



AVALIAÇÃO DE RISCOS ESTRUTURAIS



Roney Gomes Nascimento
Engenheiro Civil

Sumário

- Objetivos
- Introdução
- Definições iniciais e Conceitos
- Varandas e Marquises
- Patologias mais frequentes
- Principais causas de fissuras
- Padrões de trincas
- Corrosão de armaduras
- Fissuras, trincas e rachaduras
- Patologias em pontes em geral
- Principais estruturas da construção;
- Noções de sintomas e falhas nas estruturas - pontes, barragens e marquises.
- Fotos de vistorias diversas.

• Objetivos:

- “Capacitar os participantes para o conhecimento dos conceitos básicos de risco e de estabilidade estrutural de edificações, reconhecendo sinais de danos e riscos nas estruturas, de modo que se possa, nas vistorias de rotina ou de uma eventual vistoria de levantamento de risco, municiar os profissionais qualificados de informações básicas para a tomada de decisão acerca de uma situação de risco, bem como aumentar o senso de percepção de risco”.

Introdução

Desastre:

- óbitos e feridos;
- quebra da rotina da cidade;
- prejuízos diretos e indiretos;

Defesa Civil (coordenação do sistema):

- salvar vidas;
- minimizar sofrimento;
- minimizar prejuízos;
- restabelecer rotina;

Introdução

- A ENGENHARIA DE DEFESA CIVIL tem diversas peculiaridades que a torna diferente das demais engenharias.
- O processo decisório é atípico.
- As decisões são tomadas sob forte pressão.
- O tempo é curto.
- Não existem informações disponíveis.
- Os diagnósticos se baseiam em inspeções visuais.
- Os processos de dimensionamento são expeditos.
- As normas não têm caráter restritivo.

Introdução

- Essas necessidades demandam métodos de análise, gerenciamento e decisão completamente diferentes dos convencionais.
- De um lado o tempo escasso, muitas vezes com vidas em jogo, impõe a necessidade de decisões.
- Do outro lado o dilema segurança x risco x prejuízos está sempre presente.
- Essa equação nem sempre é convergente.
- A questão é que as decisões não podem ser adiadas, devendo-se buscar minimizar prejuízos.



Introdução

- **Fatores que têm contribuído para o aumento do risco:**
- a ideia de que a obra, uma vez executada praticamente não demanda manutenção.
- as incontáveis construções executadas por leigos sem qualquer orientação técnica.
- **O papel do Poder Público:**
- implantar uma política de fiscalização rigorosa;
- combater a ocupação desordenada;
- intervir quando necessário.

Introdução

- Os diferentes parâmetros que contribuem para a degradação das construções são decorrentes de inúmeros fatores como variação de temperatura, reações químicas, vibrações, erosão, e, um dos mais sérios, o fenômeno da corrosão das armaduras do concreto armado.
- Os sintomas e as causas da corrosão não são habitualmente conhecidos e o seu conhecimento se torna necessário para a adoção de métodos e procedimentos de correção bem definidos de modo a que as intervenções sejam eficazes.

Definições Iniciais

- **Patologia:** é a ciência que estuda as manifestações patológicas nas obras civis, analisando suas causas e origens (diagnóstico), suas consequências (prognóstico) e podendo indicar uma terapia corretiva.
- **Manifestações Patológicas/Sintomas:** são os efeitos resultantes da atuação dos agentes causadores das manifestações patológicas.
- **Causa:** é o fenômeno que despertou a manifestação.
- **Origem:** é a inconformidade construtiva ou dano que proporcionou a causa de determinada manifestação.
- **Diagnóstico:** é a determinação das causas e origens das manifestações patológicas.



Definições Iniciais

- **Prognóstico:** é a previsão da consequência do desdobramento de uma manifestação patológica.
- **Correção:** é a metodologia para a eliminação dos defeitos causados pelos problemas patológicos.
- **Recuperação:** é a correção dos problemas patológicos.
- **Reforço:** é o aumento da capacidade de resistência de um elemento, estrutura ou fundação em relação ao projeto original, devido à alteração de utilização, degradação ou falha que reduziram ou não atendem à sua capacidade resistente inicial.

Definições Iniciais

- Reconstrução: é o refazimento de um elemento, estrutura ou fundação em razão de, mesmo que esse recebesse uma ação corretiva, não atenderia mais a um desempenho mínimo aceitável ou no caso se o custo de intervenção corretiva seja maior que o custo de sua reconstrução.

PATOLOGIA = Patus + Logia = Doença + Estudo

- Falha, disfunção, defeito que prejudica a estética ou o desempenho da edificação ou de qualquer uma de suas partes.
- A maioria de acidentes prediais é causada por falha de manutenção;
- Estudo revela que 66% das prováveis causas e origens dos acidentes, em edificações com mais de dez anos, são relacionadas à deficiência com a manutenção, perda precoce de desempenho e deterioração acentuada.



Exemplo de causa e origem

- 1) Qual a manifestação patológica observada?
R: Trincas/rachaduras na direção longitudinal do pilar.
- 2) Qual é a causa desta trinca?
R: A corrosão das armaduras longitudinais.
- 3) Qual a origem desta corrosão?
R: O baixo cobrimento das armaduras, alta porosidade do concreto,.....

OBS.: Quanto maior a relação água/cimento no concreto mais poroso é o concreto e, conseqüentemente, menos impermeável!



Exemplo de causa e origem

1) Qual a manifestação patológica observada.

R: Manchas escuras na parede.

2) Qual é a causa destas manchas?

R: A umidade presente na argamassa de regularização e acabamento.

3) Qual a origem destas manchas?

R: Infiltração por percolação da água.

Patologias mais Frequentes

Construção

Durante a construção podem ocorrer inúmeras falhas que podem ter origem nos seguintes fatores:

- material com características aquém das requeridas;
- processos executivos inadequados;
- falha no controle de qualidade;
- erros e procedimentos inadequados.



Problemas de Execução

Ausência de cobertura mínima
levando à corrosão.



Problemas de Projeto

Densidade muito alta de armadura

Problemas de Projeto

Densidade muito alta de armadura



Problemas de Projeto

Problemas na composição do concreto



Em lajes concretadas em dias quentes, é comum a ocorrência de fissuras por retração hidráulica e contração térmica (pele de sapo).





Patologias mais Frequentes

Uso

Após construída a estrutura entra em uso. Nesta fase, as falhas podem ter origem nos seguintes fatores:

- Desgaste do material, perda de resistência;
- Uso inadequado;
- Falta de manutenção;
- Manutenção inadequada.



Patologias mais Frequentes

Desastre

O desastre pode decorrer por inúmeras causas; as mais recorrentes são:

- Incêndio;
- Sobrecarga;
- Alteração estrutural sem critério;
- Colisão;
- Explosão;
- Outras.

INCÊNDIO





COLISÃO

SOBRECARGA

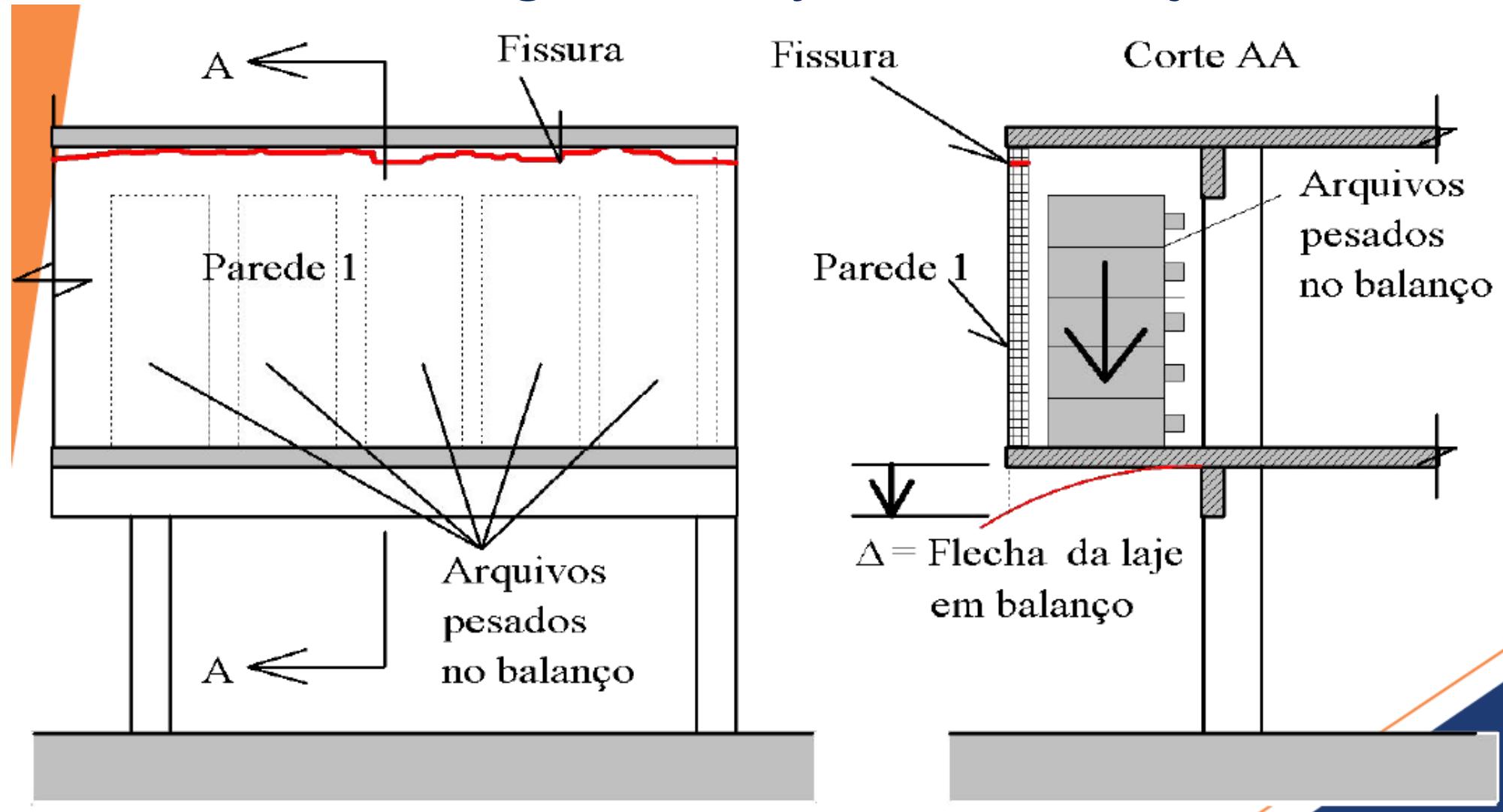


Patologia no Concreto Armado

- Principais Causas das Fissuras no Concreto

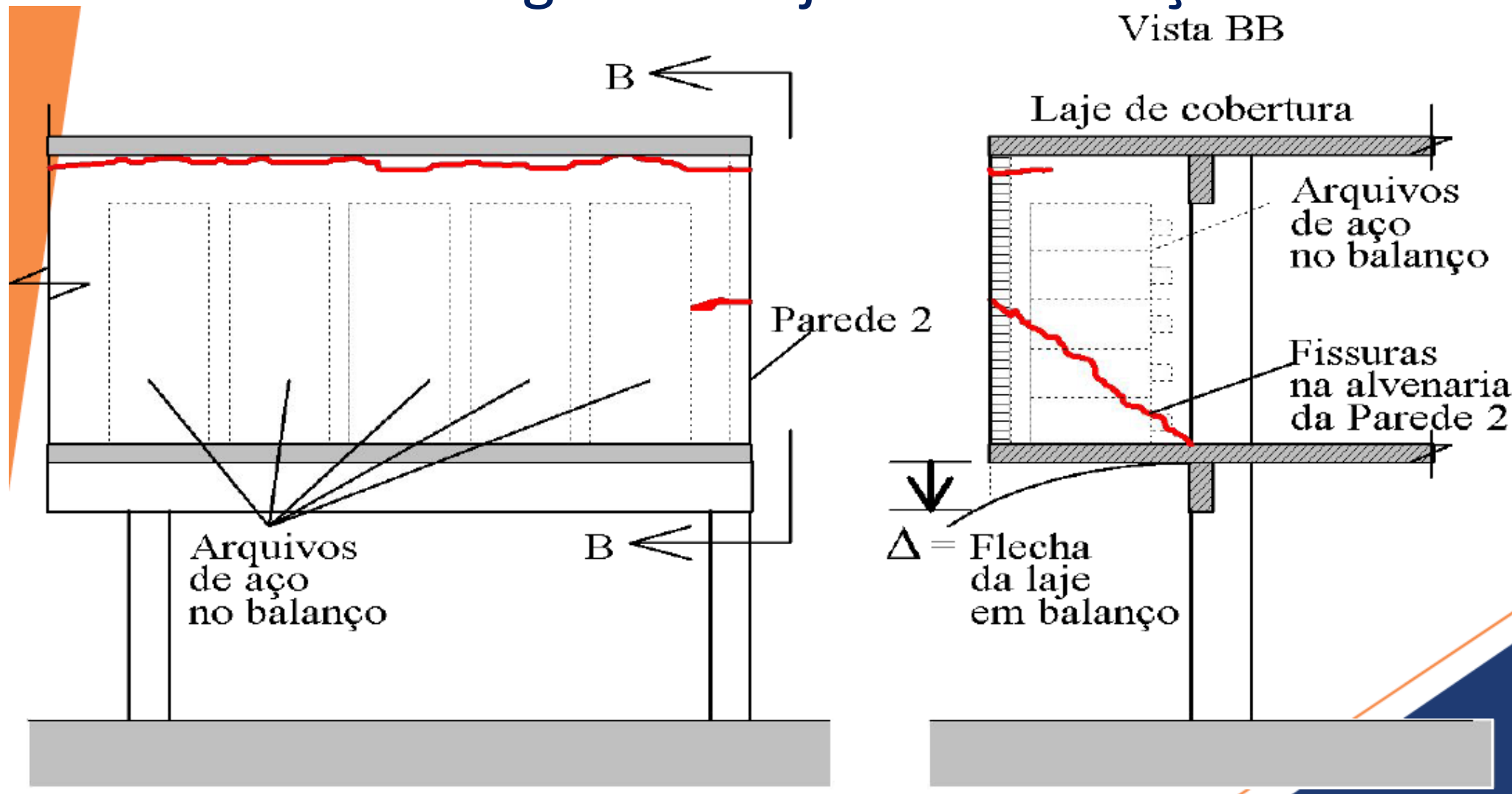
- Corrosão da Armadura e Cobrimento Insuficiente;
- Impermeabilização Inexistente e Armadura Mau Posicionada;
- Elemento Estrutural Sobrecarregado;
- Movimentações Térmicas;
- Deformações Lenta e Retração do Concreto;
- Impacto Acidental;
- Ações de Fogo;
- Recalque de Fundação.

Sobrecargas em Lajes em Balanço



Sobrecargas em Lajes em Balanço

Vista BB





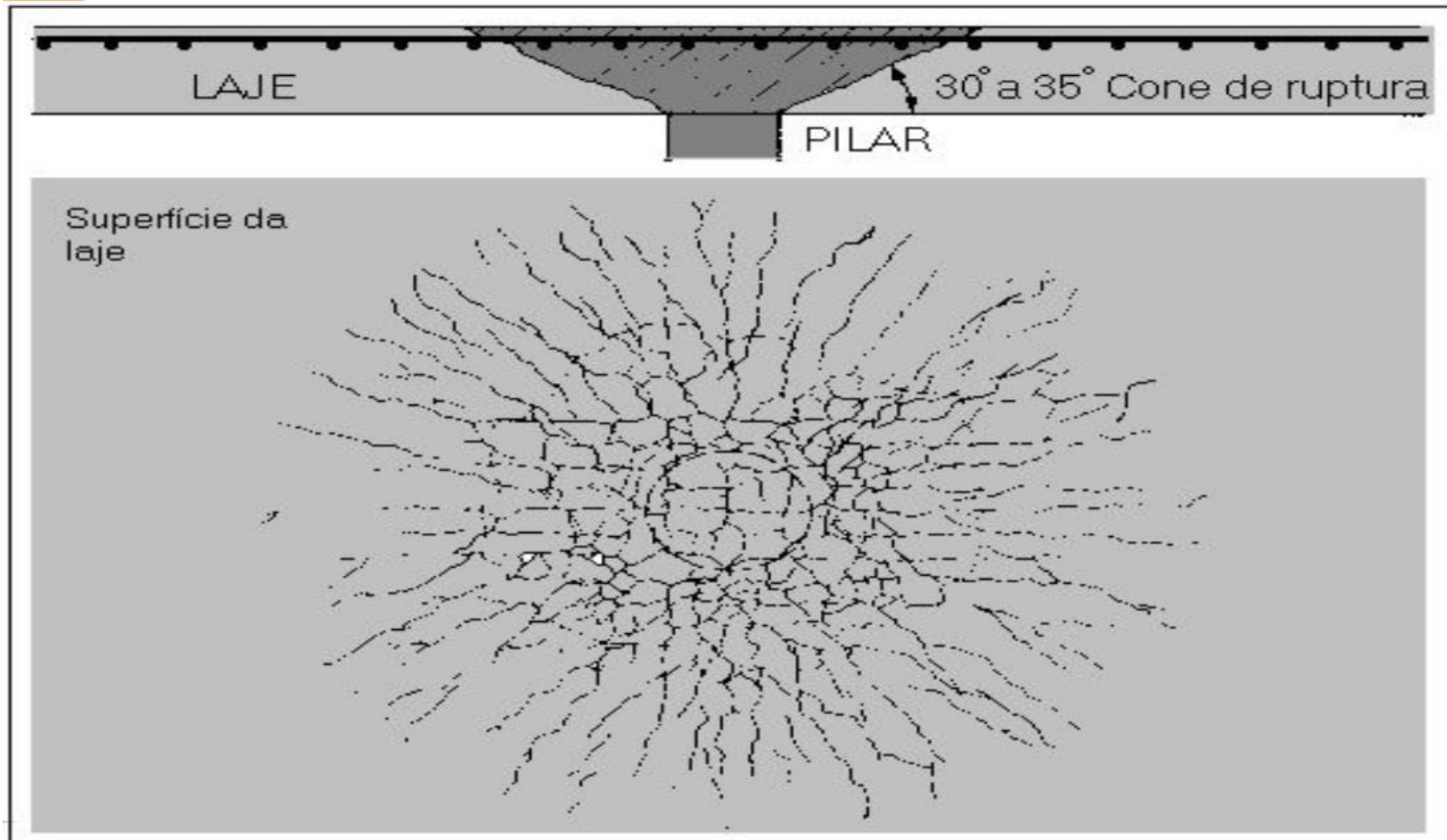
Ruptura por puncionamento

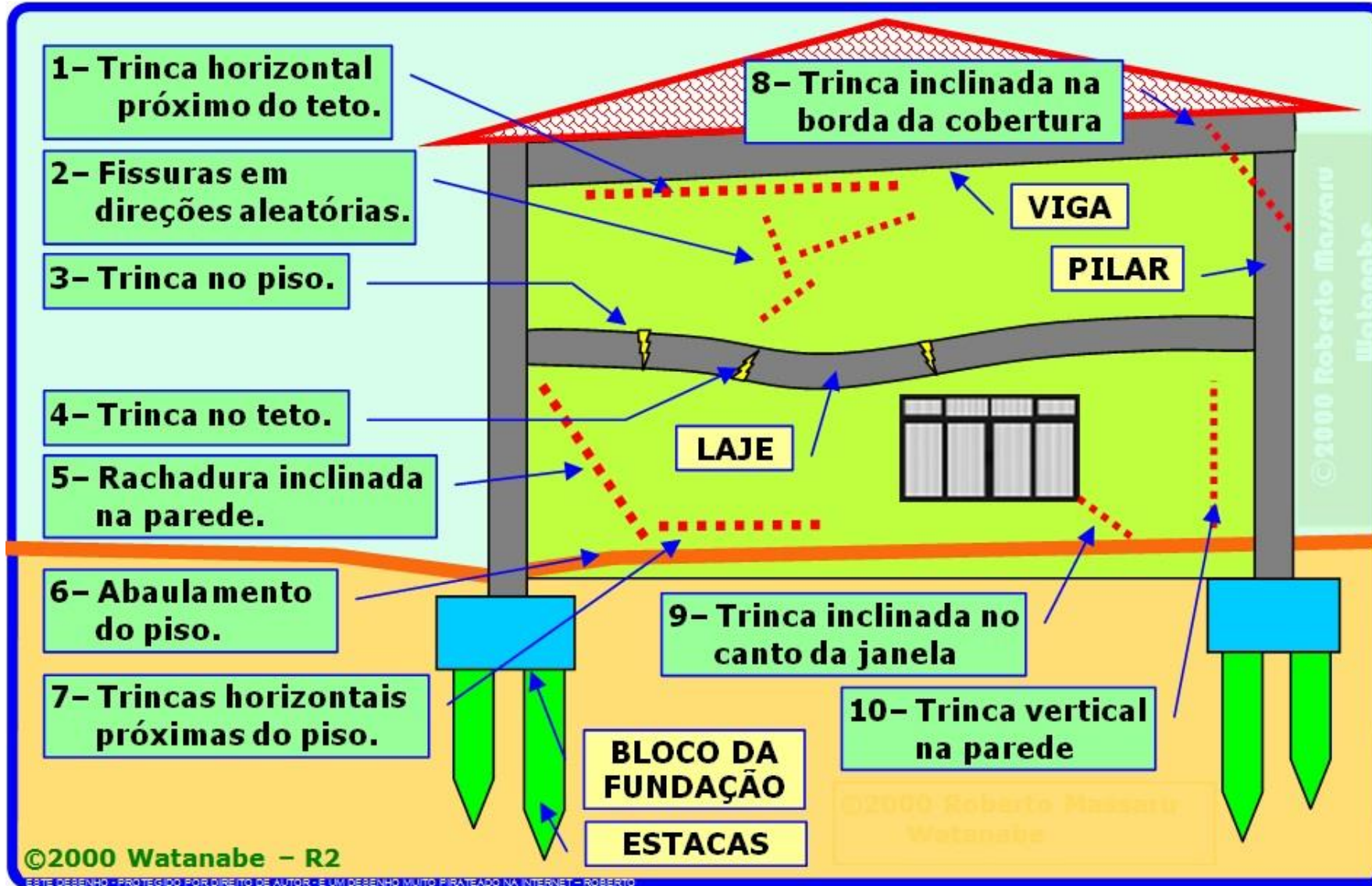
O puncionamento ocorre em lajes cogumelo ou em lajes sob cargas concentradas fora de vigas; as trincas de puncionamento em lajes podem ser identificadas pelos seguintes indícios:

- formação de região fortemente fissurada em torno do pilar ou em torno da carga concentrada;
- trincas predominantemente radiais com aumento de densidade em direção ao centro.

MUITO CUIDADO COM OS ESCORAMENTOS!

Ruptura por punção





Possíveis causas de trincas e fissuras –
www.ebanataw.com.br



O que será que está acontecendo na casa desenhada no slide anterior?

1 - Trinca horizontal próxima ao teto pode ser devido ao adensamento da argamassa de assentamento dos tijolos ou falta de amarração da parede com a viga superior;

2 - Fissuras nas paredes em direções aleatórias pode ser devido à falta de aderência da pintura, retração da argamassa de revestimento, retração da alvenaria ou falta de aderência da argamassa à parede;

3 -Trincas no piso podem ser produzidas por vibrações de motores, excesso de peso sobre a laje ou fraqueza da laje; verificar se há trincas na parte de baixo (ver item 4); se tiver é grave; peça o PARECER de um engenheiro de estruturas;



4 -Trincas no teto podem ser causadas pelo recalque da laje, falta de resistência da laje ou excesso de peso sobre a laje; pode ser grave; peça o PARECER de um engenheiro de estruturas;

5 -Trincas inclinadas nas paredes é sintoma de recalques; um dos lados da fundação não aguentou ou não está aguentando o peso e afundou ou está afundando; geralmente é grave; peça o PARECER de um engenheiro de estruturas;

6 – O abaulamento do piso pode ser causado por recalque das estruturas, por expansão do subsolo ou colapso do revestimento; quando causados por recalques, são acompanhados por trincas inclinadas nas paredes; os solos muito compressíveis, com a presença da água, se expandem e empurram o piso para cima;



7 - As trincas horizontais próximas ao piso podem ser causadas pelo recalque do baldrame ou mesmo pela subida da umidade pelas paredes devido a uma provável ausência de impermeabilização do baldrame;

8 - Trinca vertical na parede é causada, geralmente pela falta de amarração da parede com algum elemento estrutural como pilar, por exemplo;



São muitas as causas que provocam o aparecimento de trincas; as mais comuns são:

1 – RETRAÇÃO:

- A argamassa de revestimento, a tinta e outros materiais que são aplicados úmidos, diminuem de tamanho (retração) ao secar;

2 – ADERÊNCIA:

- As pinturas e os revestimentos que precisam ficar bem "grudados" na parede, por algum motivo, apresentam perda de aderência e começam a descascar;

3 – DILATAÇÃO :

- Os materiais aumentam e diminuem de tamanho em função da variação da umidade do meio ambiente;

4 – MUITO CIMENTO:

- A argamassa de revestimento, quando tiver um alto teor de cimento, sofre uma grande retração e fica toda fissurada;

5 - AMARRAÇÃO:

- As paredes devem ficar bem "amarradas" na estrutura do prédio;

6 – TREPIDAÇÃO:

- Elevadores, compressores e mesmo os veículos que trafegam na rua, produzem vibrações que afetam as partes do prédio;



7 – RECALQUE:

- O excesso de peso, a acomodação do prédio, a fraqueza do material ou do terreno fazem com que a peça se deforme ou afunde;

8 – CAPACIDADE:

- Por erro de cálculo ou por deficiência na hora da confecção, as peças podem ficar fracas;

9 – MUDANÇA DO USO:

- Um prédio que foi projetado para uso residencial, está sendo usado como comércio, por exemplo;

10 – VIZINHANÇA:

- Construíram um "baita" prédio de 30 andares que alterou o fluxo de água subterrânea da região;



11 – ERRO DE PROJETO:

- Por falha na concepção da estrutura do prédio, há partes em desarmonia com o resto;

12 – INFILTRAÇÃO:

- Água e outros elementos podem se infiltrar causando danos;

13 – MANUTENÇÃO:

- Falhas, imperícias, falta de conhecimento;

14 – CORROSÃO:

- Saiba o que é corrosão eletroquímica ou corrosão catódica;

15 – CIMENTO:

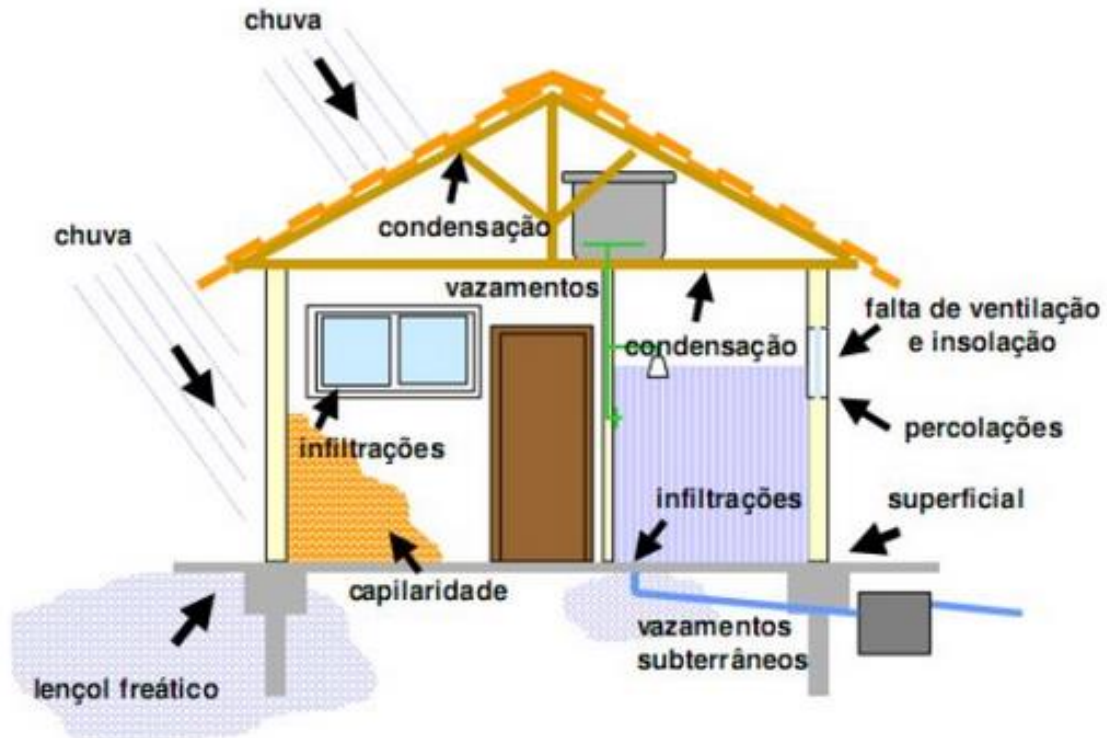
- Veja quais são os tipos de cimentos produzidos no Brasil;

Principais patologias nas edificações

- Fissuras;
- Manchas;
- Eflorescência;
- Corrosão da armadura de aço;
- Deterioração do concreto armado.



Causas de manchas em uma edificação



Fonte: Pozzobon, 2007 *apud* Barbalho, 2011

Eflorescência





O que causa a eflorescência?

O surgimento da eflorescência se dá em materiais porosos (como concreto, argamassa, tijolo, pedra e cerâmica) e pode ser explicado de maneira simples: quando a água se infiltra, ela acaba dissolvendo sais presentes no cimento e na cal – principalmente o hidróxido de cálcio.

O que é eflorescência na pintura?

Eflorescência são aquelas manchas esbranquiçadas que surgem na superfície pintada. Isto ocorre quando a tinta foi aplicada sobre o reboco não curado ou em superfícies com presença de umidade. ... A eflorescência pode acontecer, também, em superfícies de cimento-amianto, concreto, tijolo, entre outros.

**Manchas trazidas por
vazamentos hidráulicos**

Manchas trazidas pela capilaridade

Causas de manchas em uma edificação

Infiltração pela água da chuva



Eflorescência

Manchas ocasionadas pela condensação

Trincas



Sua espessura pode ser superior a 0,5mm podendo chegar a até 3mm, como mostra a figura abaixo.



Rachaduras

São aberturas de tamanho consideráveis, acima de 3 mm por onde podem passar luz, vento e água tem como característica a grande abertura, pronunciada, profunda e acentuada, como mostra a figura abaixo.



Principais causas das fissuras - introdução

Uma fissura de deformação da estrutura, por exemplo, pode ser parecida com uma de recalque de fundação; uma de dilatação térmica pode ser igual a uma de retração de secagem; por isso, é preciso ter um treinamento e certa experiência para, com uma inspeção visual, chegar à causa (THOMAZ, *apud* CORSINI 2010).

Principais causas de fissuras em edificações:

- Movimentações térmicas, devido à dilatação e contração (devido às variações de temperatura);
- Sobrecargas;
- Recalques de fundação.



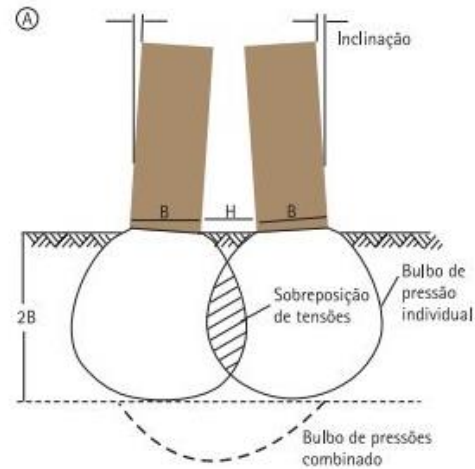
Recalques de fundação

Podem ocorrer por inúmeros fatores dentre eles se destacam:

- Recalques por superposições de pressão;
- Recalques devido a erros de projetos;
- Recalques devido a erros de execução;
- Recalques devido a problemas no solo;
- Fundações assente entre aterro e corte tendem a provocar trincas em alvenarias. Na maioria das vezes, aparece uma grande trinca vertical onde a seção muda de aterro para corte, sugerindo a separação da edificação em dois corpos;
- Recalque devido ao rebaixamento do lençol freático, o lado da edificação em que se localiza o maior rebaixamento do lençol freático sofre mais danos que o outro.

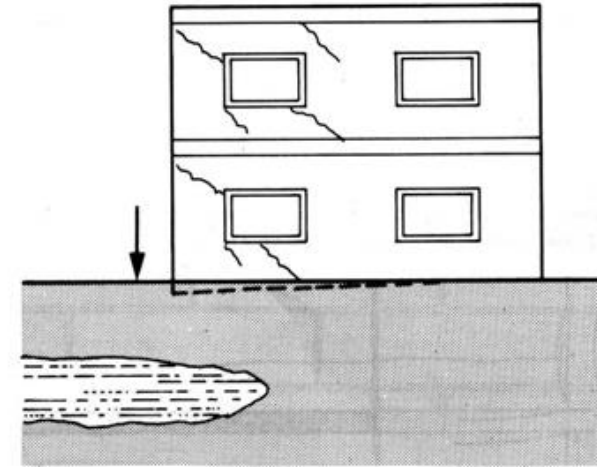


Recalque por superposição de pressão



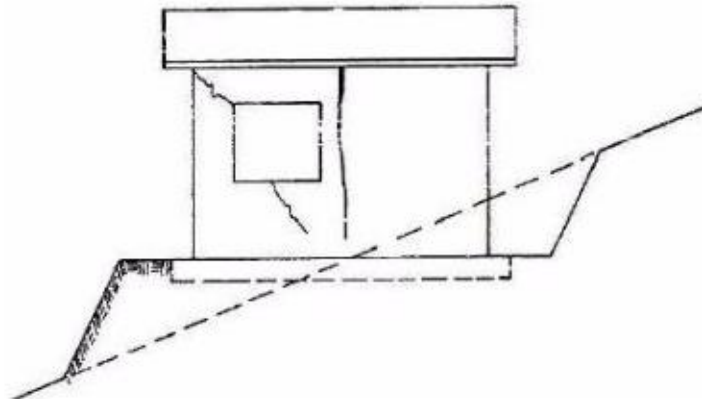
Fonte: Milititsky; Consoli; Schnaid, (2015)

Recalque devido à falta de homogeneidade no solo



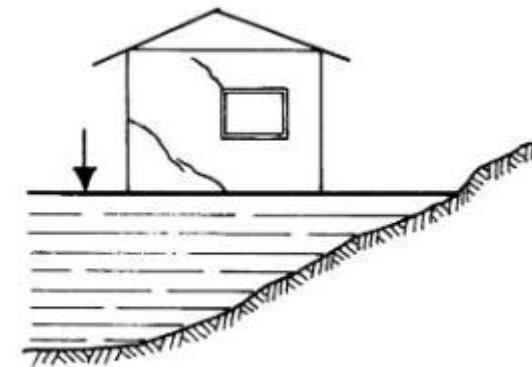
Fonte: Thomas (1989)

Recalque diferenciado por consolidação distintas



Fonte: Thomas (1989)

Recalque devido à fundação se aterrar em diferentes cortes do terreno

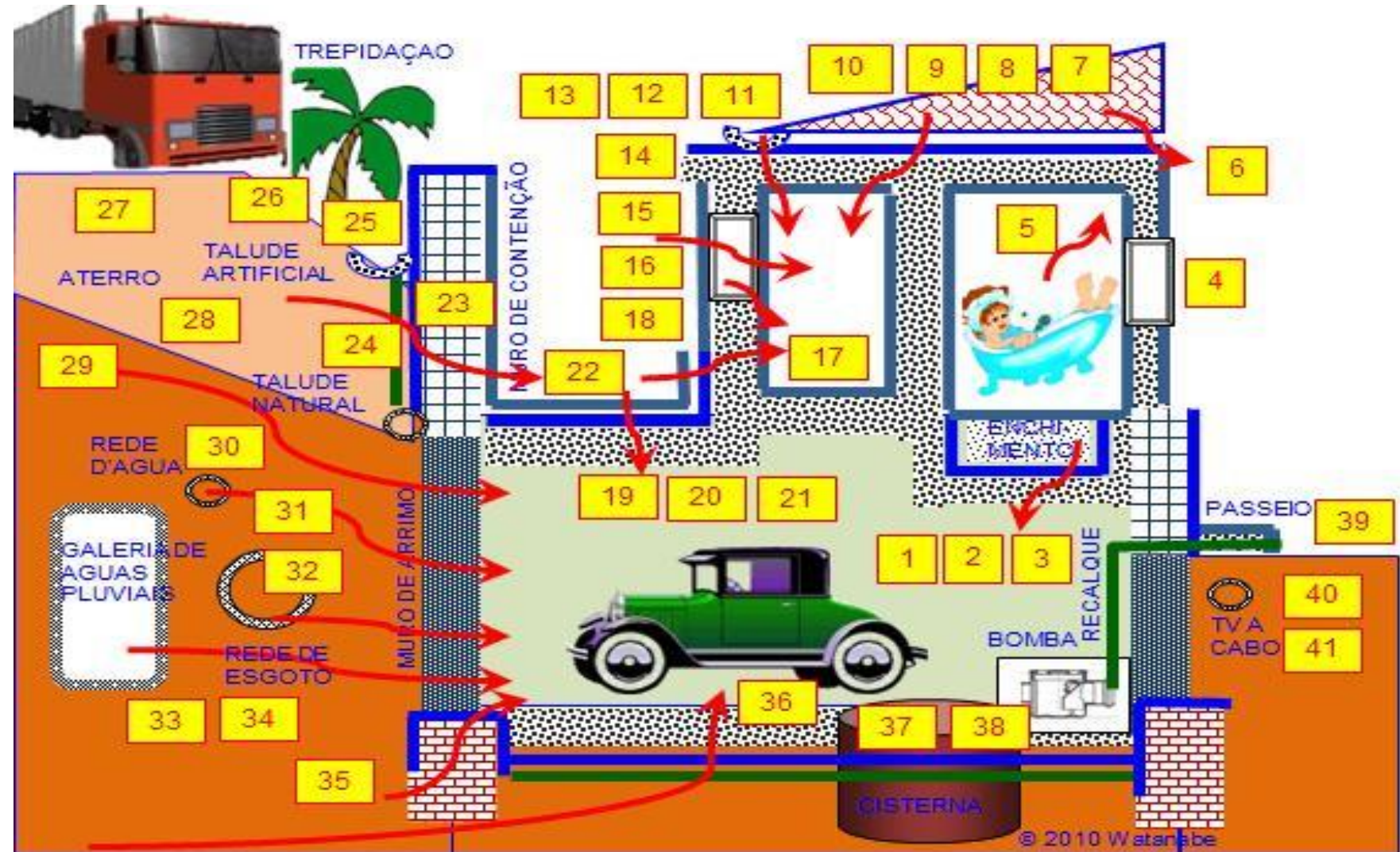


Fonte: Thomas (1989)

Corrosão de armaduras:

- Na vistorias de corrosão das armaduras, deve ater-se mais às regiões da estrutura que estiverem submetidas a ciclos de molhagem e secagem, à estrutura voltada para a fachada, lajes descobertas, pés de pilares e locais confinados, como as garagens; muitas vezes existe a necessidade de remoção do concreto para melhor visualização da manifestação patológica;
- A vistoria em edificações deve levar em consideração aspectos importantes como infiltrações de água, corrosão de armaduras, fissuras e deformações em elementos estruturais, fissuras em alvenarias, descolamentos nos revestimentos; deve ser feito o registro por meio de fotografias e croquis;

Possíveis causas de infiltrações, manchas escuras e mal cheiro
www.ebanataw.com.br





PRINCIPAIS ANOMALIAS

- FISSURAS, TRINCAS e RACHADURAS;
- INFILTRAÇÕES e VAZAMENTOS;
- DEFORMAÇÕES EXCESSIVAS (FLECHAS e ROTAÇÕES);
- ARMADURA de AÇO do CONCRETO EXPOSTA – CORROSÃO;
- DESTACAMENTO DO REVESTIMENTO EXTERNO (PLACAS de MÁRMORE e de GRANITO).

AS FISSURAS PODEM SER CAUSADAS POR:

- MOVIMENTAÇÕES TÉRMICAS;
- MOVIMENTAÇÕES HIGROSCÓPICAS;
- ATUAÇÃO DE SOBRECARGAS;
- DEFORMABILIDADE EXCESSIVA DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO;
- RECALQUES DE FUNDAÇÃO;
- E OUTROS.

FISSURAS CAUSADAS POR MOVIMENTAÇÕES HIGROSCÓPICAS





ALGUMAS TRINCAS NAS ALVENARIAS

- NA REGIÃO DO ENCUNHAMENTO;
- DEVIDO A RECALQUE NAS FUNDAÇÕES;
- NOS ENCONTROS DA ALVENARIA COM A ESTRUTURA;
- NAS QUINAS DOS VÃOS DE PORTAS E JANELAS;
- NO ENCONTRO DE PAREDES;
- POR MOVIMENTAÇÕES TÉRMICAS ENTRE A PLATIBANDA E A ESTRUTURA DO EDIFÍCIO RESULTANDO NO SEU DESTACAMENTO.



Padrões de Trincas Frequentes Decorrentes de Variação Térmica

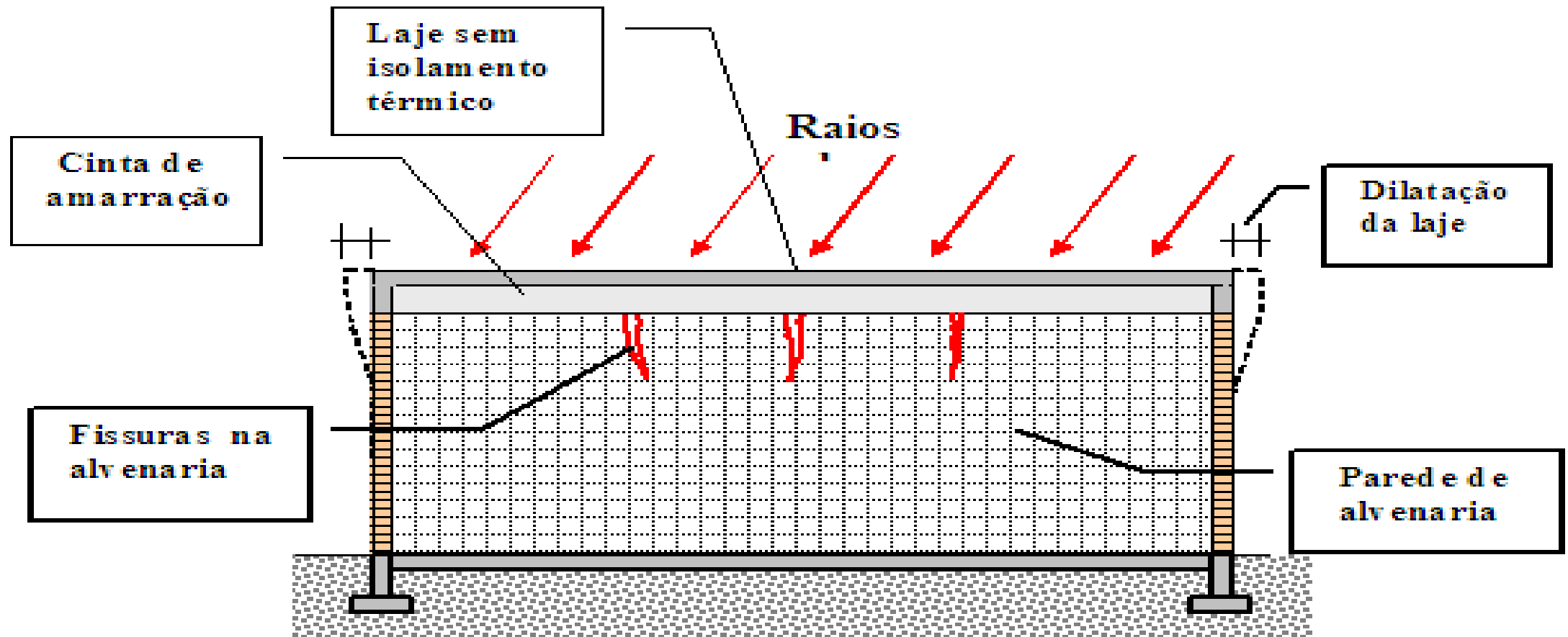
Para diagnosticar trincas decorrentes de variação térmica é recomendável verificar se:

- o elemento construtivo em questão está exposto à radiação solar;
- as trincas são visíveis na face interna e externa da construção;

Padrões de Trincas Frequentes Decorrentes de Variação Térmica



Padrões de Trincas Frequentes Decorrentes de Variação Térmica





Padrões de Trincas Frequentes Decorrentes de Variação Térmica

Quando a estrutura apresenta uma dimensão grande exposta à insolação podem ocorrer fissuras nas empenas e na própria estrutura.

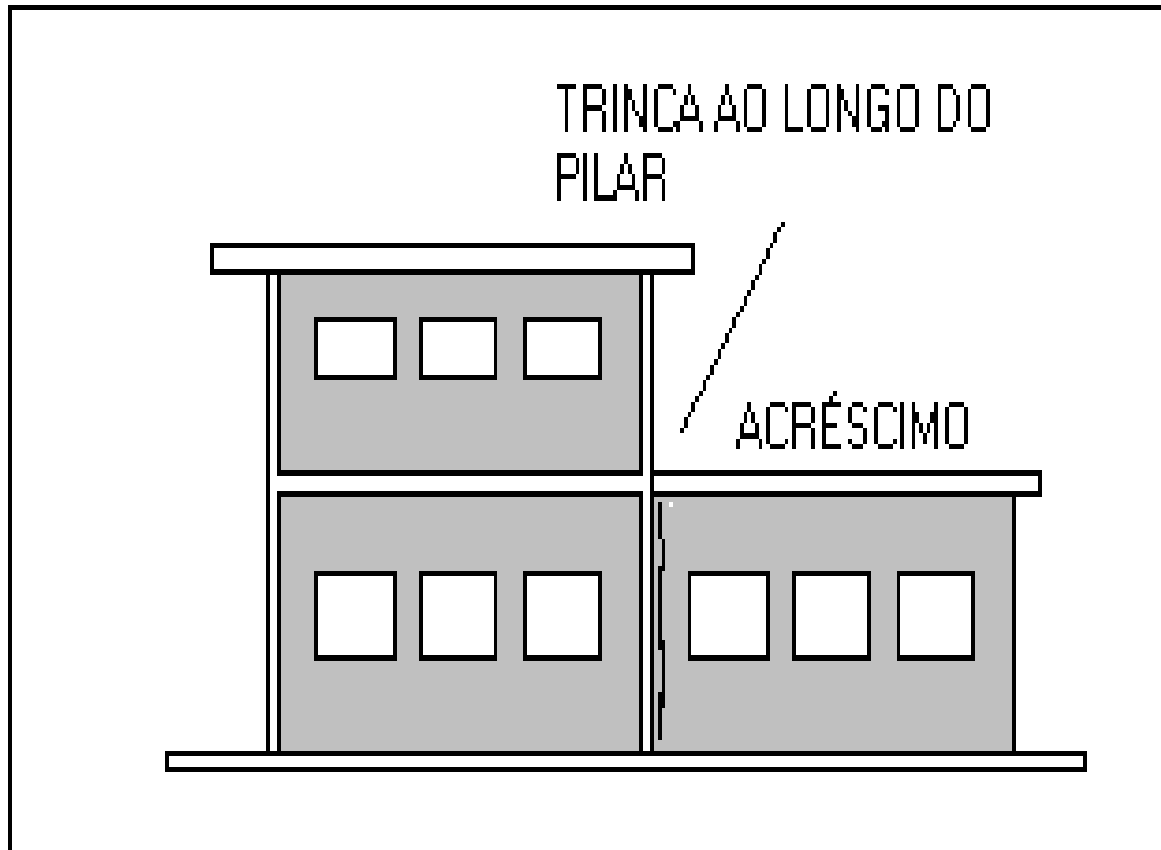
Nem sempre as trincas se repetem em todos os pavimentos e de forma simétrica; seu padrão depende da insolação da fachada.

O revestimento reduz a temperatura na estrutura, pois impede a insolação direta.

É importante distinguir estas trincas daquelas devidas ao recalque diferencial.

As trincas por movimentação térmica geralmente são mais acentuadas nos pavimentos superiores, pois estes estão mais expostos à radiação.

Padrões de Trincas Frequentes Decorrentes de Obras de Acréscimo da Edificação



Em obras de acréscimo é muito comum ocorrerem trincas ao longo do trecho acrescido quando a estrutura não é convenientemente amarrada.

Estas trincas ocorrem ao longo de pilares e são paralelas aos mesmos; é importante notar nestes casos se a trinca se restringe a alvenaria ou se ela se propaga pelo vigamento.



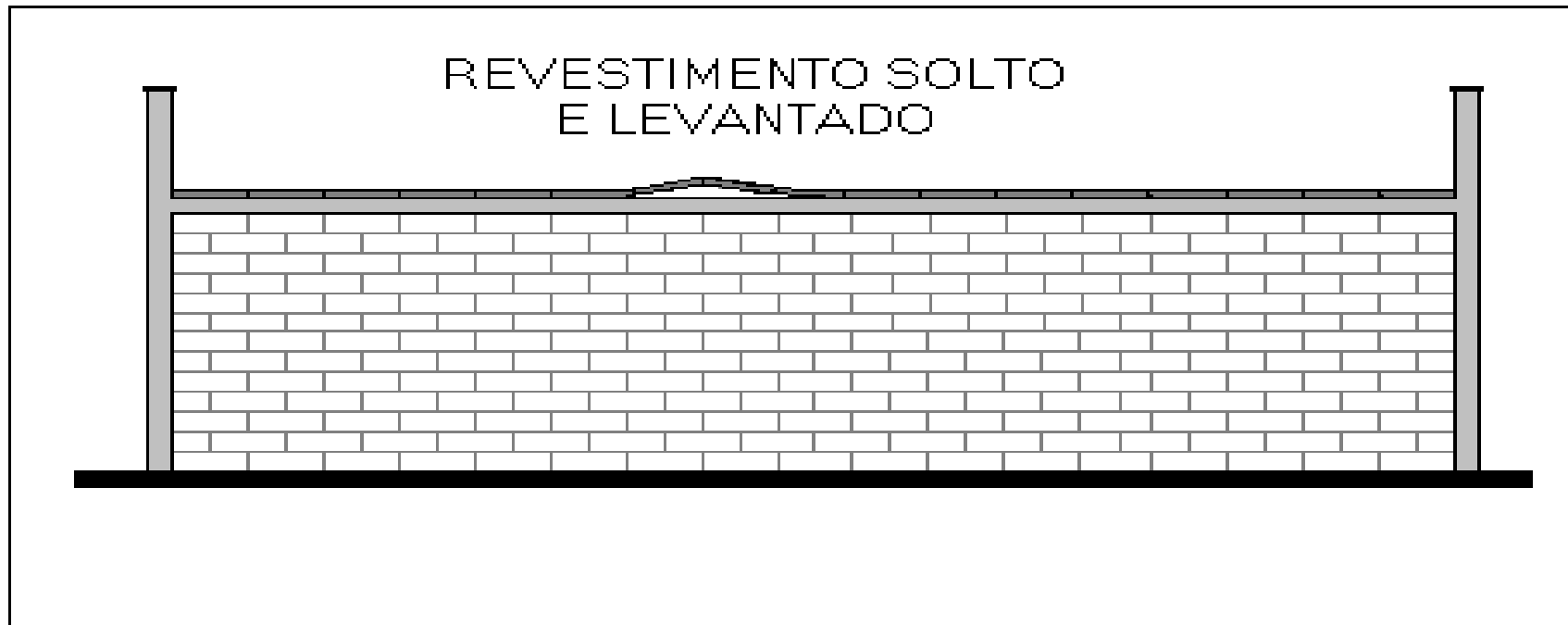
Padrões de Trincas Frequentes Decorrentes de Outras Situações

- Quando as trincas não são visíveis nas faces interna e externa, o dano se restringe ao revestimento;
- Em pisos não é grave;
- Em fachadas pode causar graves acidentes, decorrentes da queda de placas de revestimento;
- Em revestimentos de pisos, devido a diferença entre os coeficientes de dilatação de materiais do revestimento e da laje, ocorrem deformações diferenciais;
- Estas deformações geram tensões cisalhantes entre a argamassa de assentamento e o revestimento.

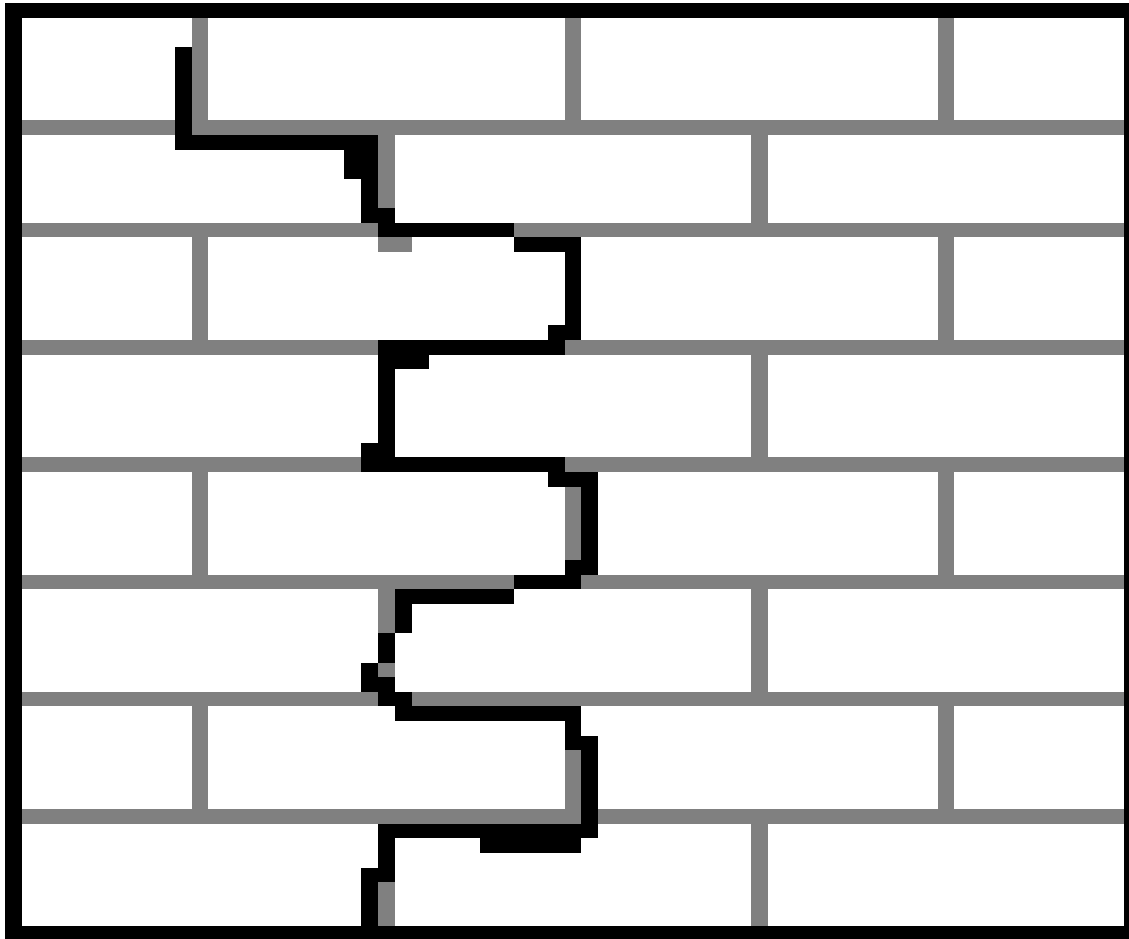


Padrões de Trincas Frequentes Decorrentes de Outras Situações

Quando as tensões são superiores aquelas suportadas pelo material, o revestimento se solta e pode até levantar, conforme indicado no desenho esquemático.



Padrões de Trincas Frequentes Decorrentes de Outras Situações



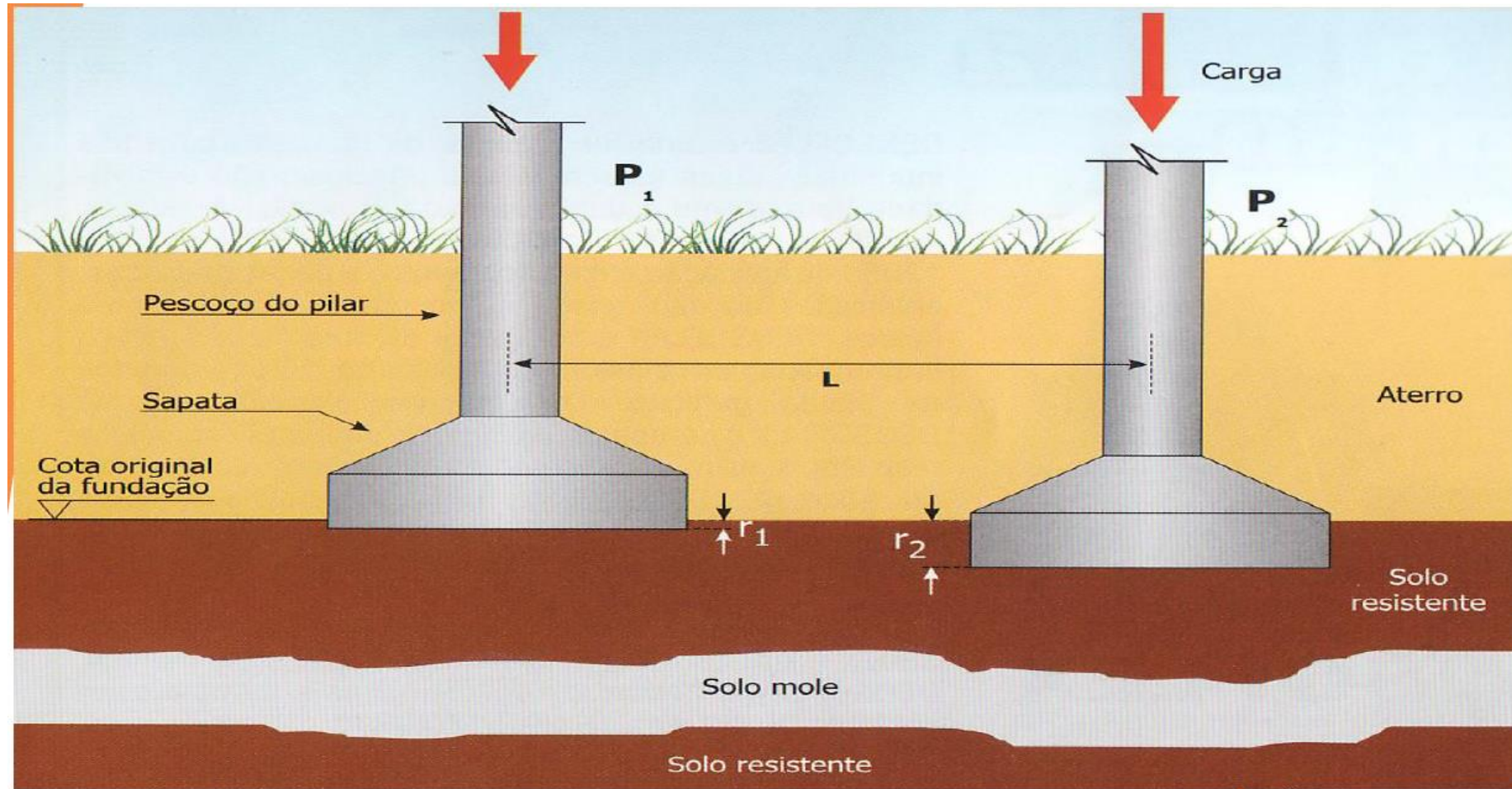
Em empenas e fachadas pode ocorrer o mesmo fenômeno do slide anterior. Devido ao fato da resistência mecânica das lajotas ou pastilhas ser mais alta que a da argamassa de assentamento, as trincas costumam se propagar pela mesma.

TRINCAS TÍPICAS EM PAINÉIS DE ALVENARIA RECALQUE NAS FUNDAÇÕES



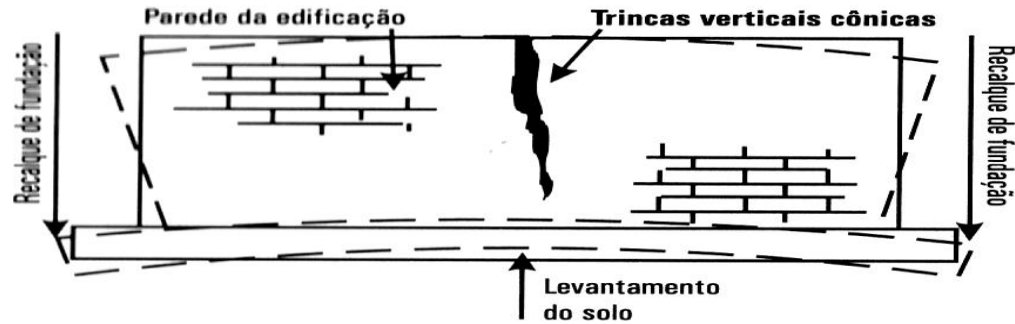
TRINCAS TÍPICAS EM PAINEIS DE ALVENARIA

RECALQUE NAS FUNDAÇÕES

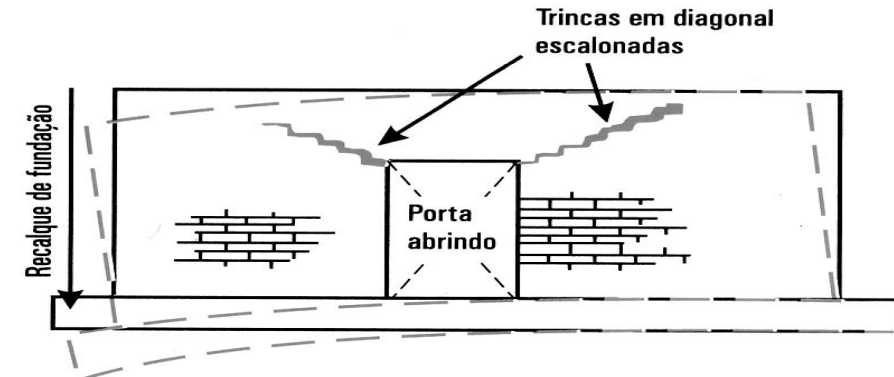


TRINCAS TÍPICAS EM PAINÉIS DE ALVENARIA RECALQUE NAS FUNDAÇÕES

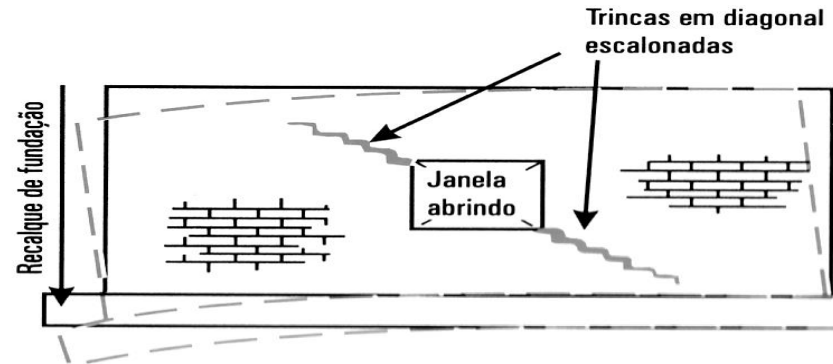
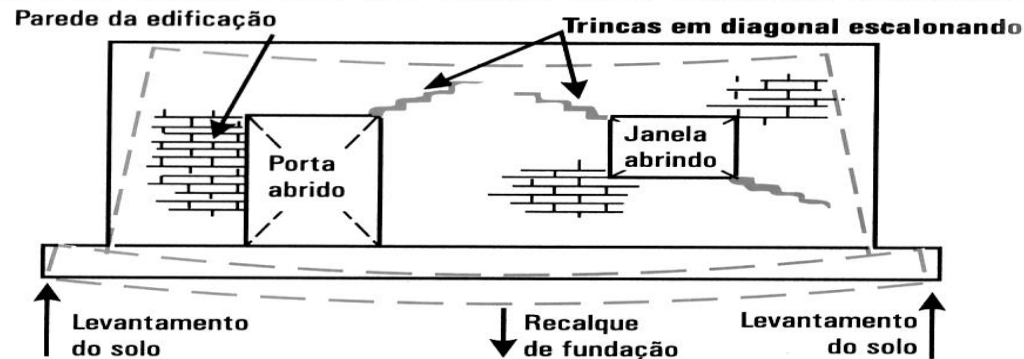
Recalques nas extremidades da fundação e levantamento do solo no centro



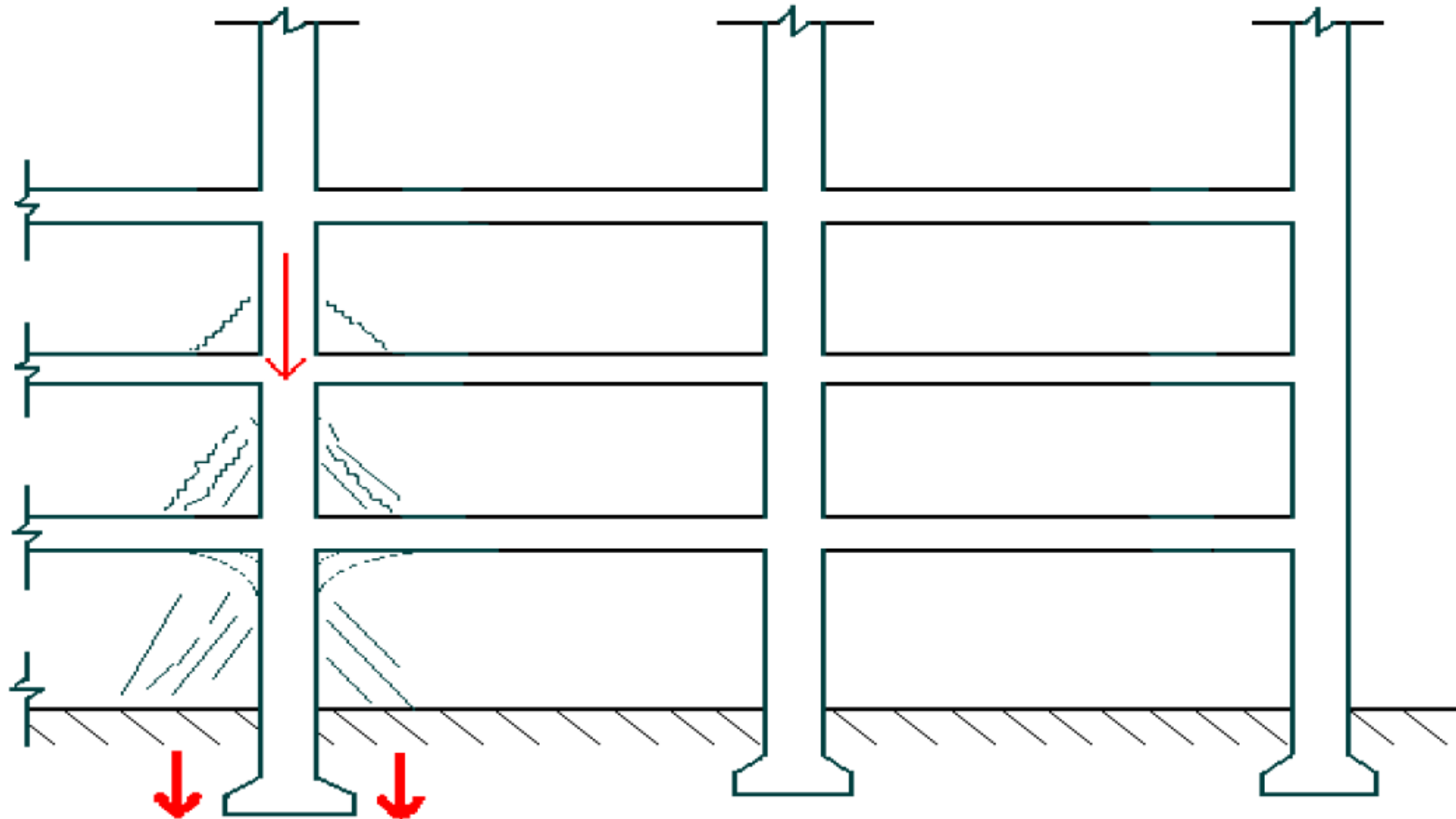
Apenas Uma Extremidade Com Recalque



Recalque no Centro da Fundação ou Levantamento do Solo nas Extremidades

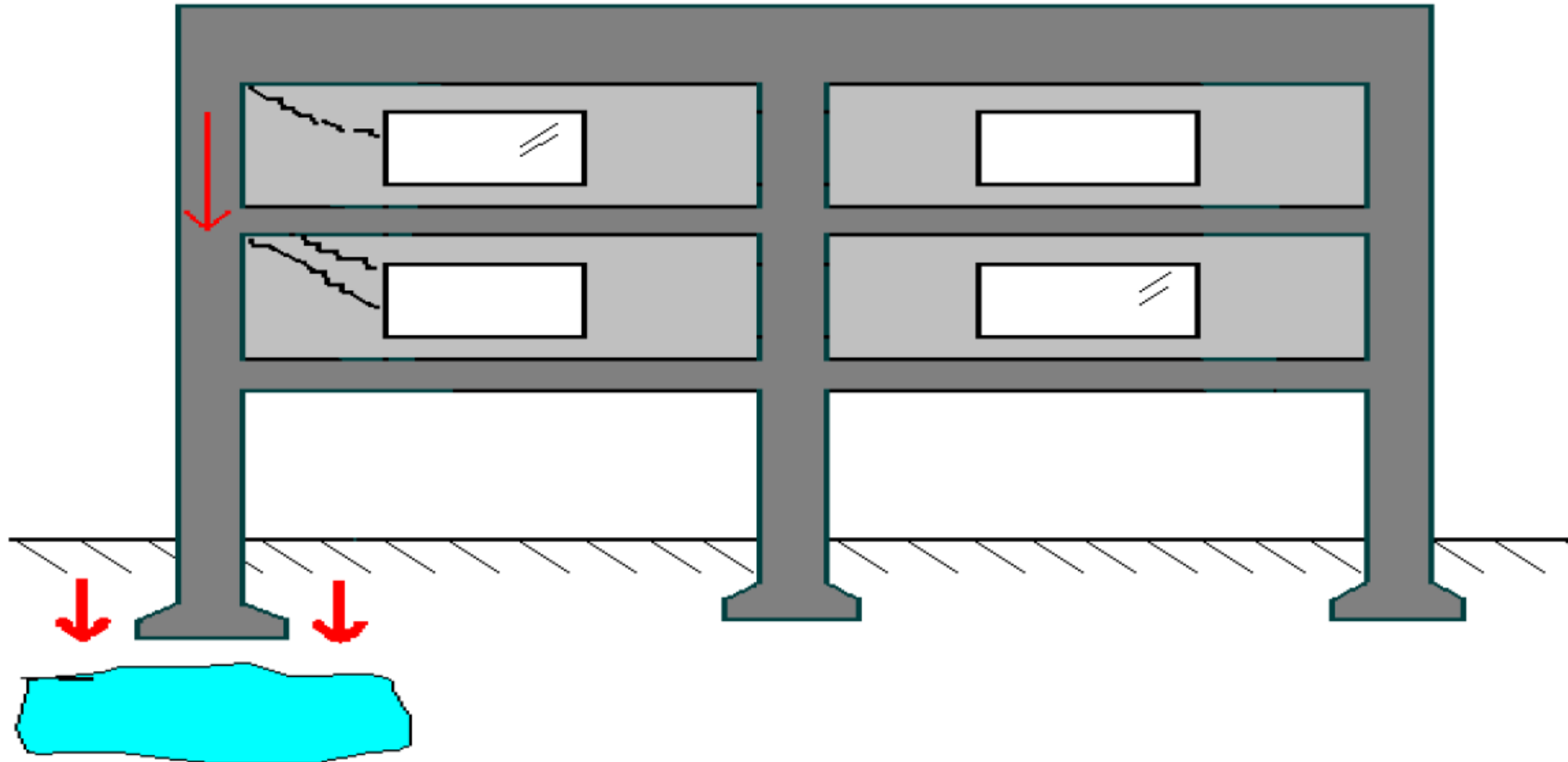


TRINCAS TÍPICAS EM PAINÉIS DE ALVENARIA



RECALQUE NAS
FUNDAÇÕES

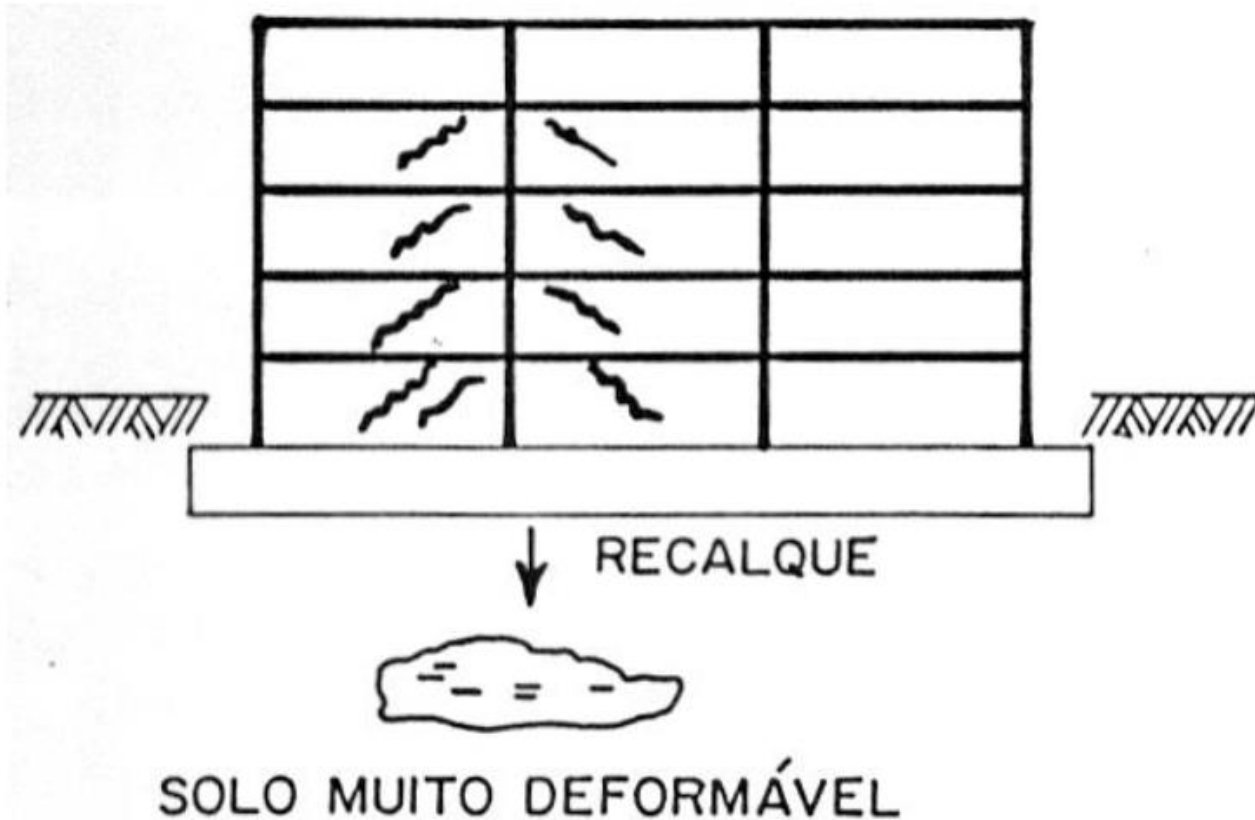
TRINCAS TÍPICAS EM PAINÉIS DE ALVENARIA



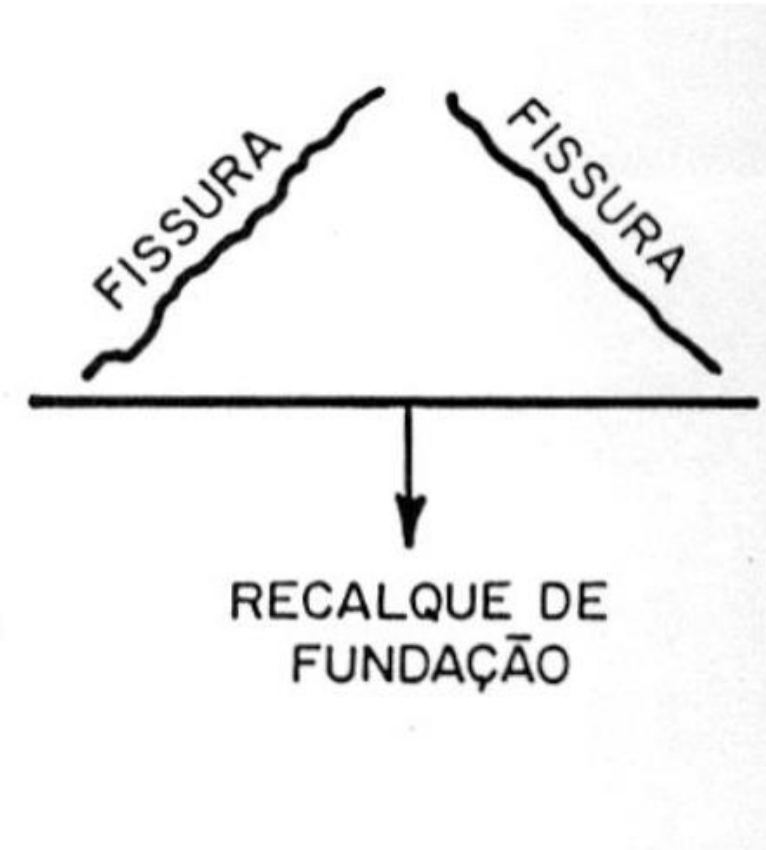
RECALQUE NAS
FUNDAÇÕES

Lençol Freático

TRINCAS TÍPICAS EM PAINÉIS DE ALVENARIA



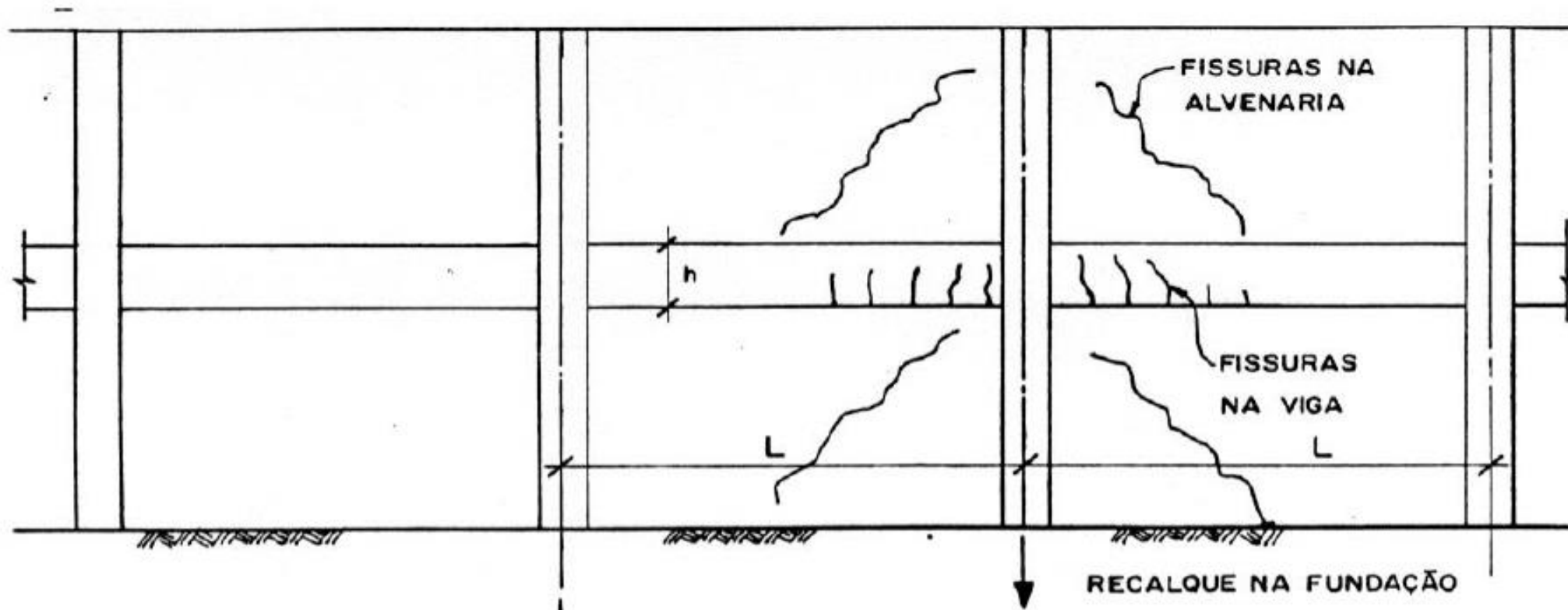
RECALQUE NAS FUNDAÇÕES





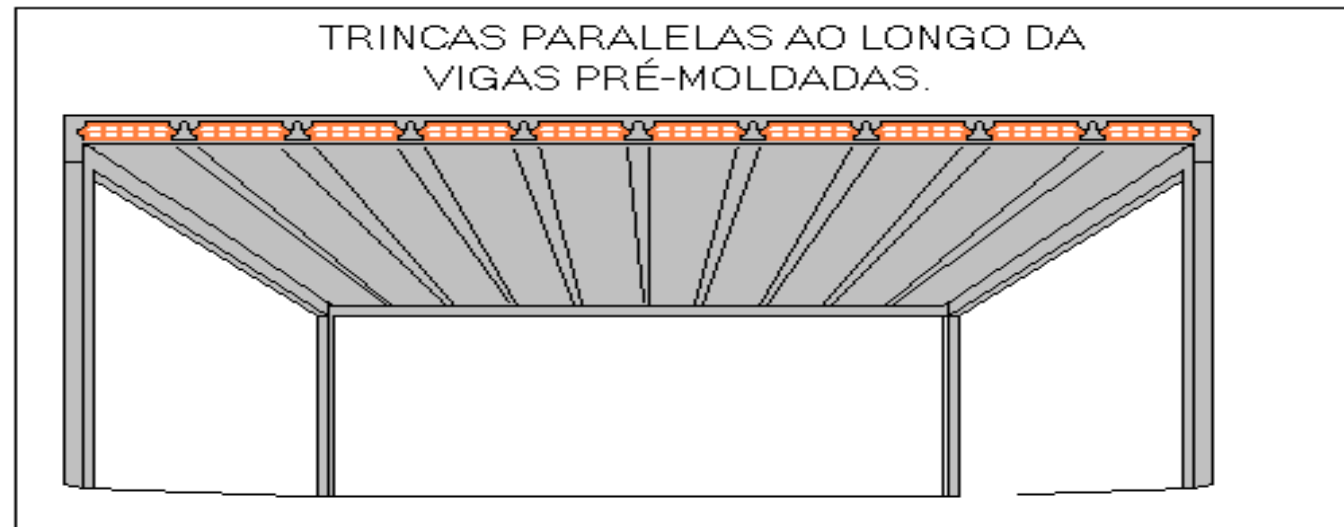
TRINCAS TÍPICAS EM PAINÉIS DE ALVENARIA

RECALQUE NAS FUNDAÇÕES



TRINCAS TÍPICAS EM LAJES PRÉ-FABRICADAS

Em lajes pré-fabricadas, é frequente o surgimento de trincas paralelas ao longo das vigas na face inferior. Estas trincas decorrem do fato de vigas e blocos terem coeficientes de dilatação térmica e geometria diferentes, o que gera deformações diferenciais entre os mesmos. Quando não é utilizada a armadura superior complementar perpendicular às vigas, estas trincas podem se propagar até a face superior.



PRINCIPAIS ANOMALIAS NO REVESTIMENTO

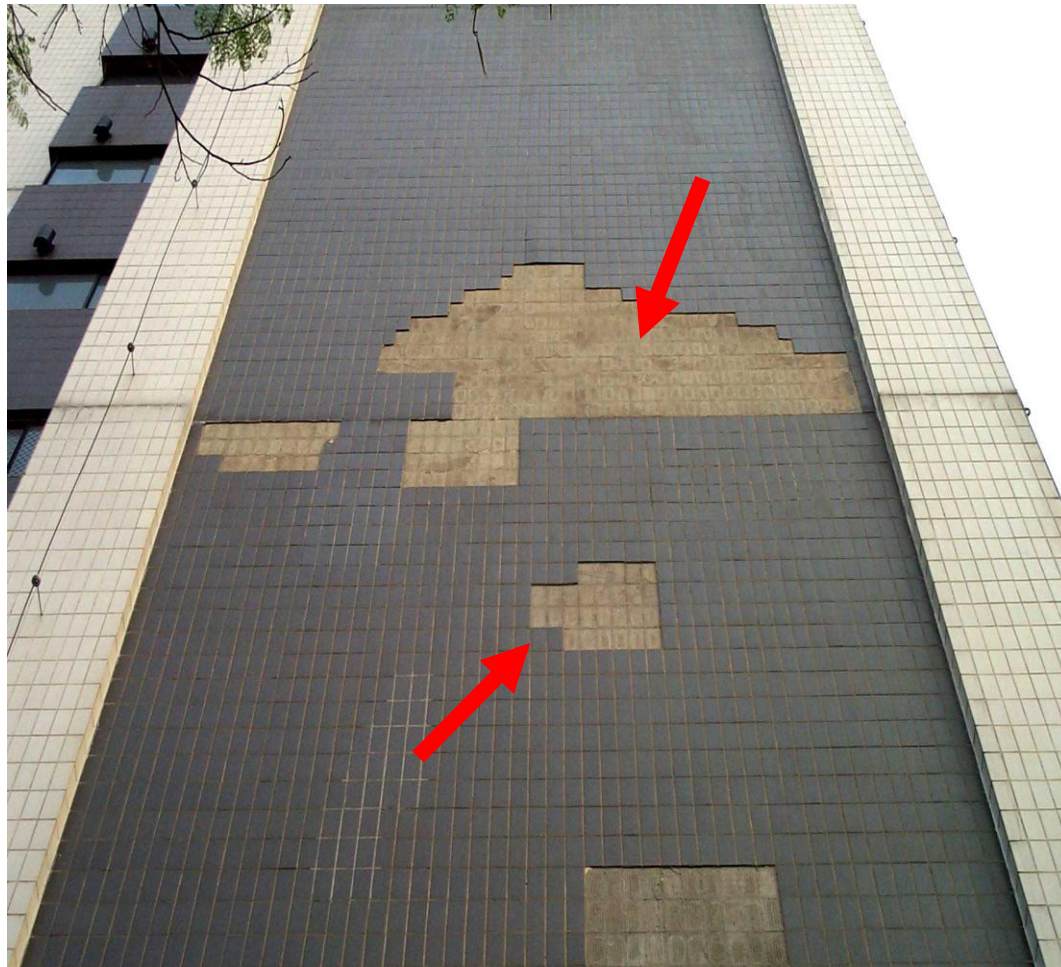
- DESPLACAMENTOS;
- DESCOLAMENTOS;
- MANCHAMENTOS;
- PERDA DE ADERÊNCIA;
- FISSURAS.

PRINCIPAIS ANOMALIAS NO REVESTIMENTO

NAS FACHADAS

- Destacamento de revestimentos (reboco, azulejo, pastilha, mármore, granito, etc.) devido à presença de fissuras, perda de aderência, infiltrações, falta ou deficiência de juntas;
- Manchas de umidade e eflorescências.

Patologia no Revestimento





Patologia no Revestimento



Patologia no Revestimento



DIAGNÓSTICO

- Em caso de DESCOLAMENTO e DESPLACAMENTO em fachadas, deve-se proceder imediatamente a retirada (arranque) total do revestimento, a fim de não causar danos a transeuntes.

Corrosão de armaduras

- A porosidade do concreto, a existência de trincas e a deficiência no cobrimento fazem com que a armação seja atingida por elementos agressivos, acarretando, desta maneira, a sua oxidação; a parte oxidada aumenta o seu volume em cerca de 8 vezes e a força da expansão expelle o concreto do cobrimento, expondo totalmente a armadura à ação agressiva do meio; a continuidade desse fenômeno acarreta a total destruição da armação.





Corrosão de armaduras

- Para que haja corrosão nas armaduras precisam estar presentes o oxigênio, a água e diferença de potencial elétrico (quantidade de energia gerada para movimentar uma carga elétrica entre dois pontos).
- Fundamentalmente, a corrosão da armadura pode ocorrer de duas formas: por ataque de cloretos ou por carbonatação $[\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}]$ do concreto.
- O concreto, mesmo sendo bastante resistente quando de boa qualidade, está sujeito a sofrer danos em presença de agentes agressivos; normalmente, o concreto mais atacado é o de má qualidade, permeável, segregado, etc.

Carbonatação



Desagregação

- É a deterioração, por separação de partes do concreto, provocada, em geral, pela expansão devido à oxidação ou dilatação das armaduras, e também pelo aumento de volume do concreto quando este absorve água. Pode ocorrer também devido às movimentações estruturais e choques.



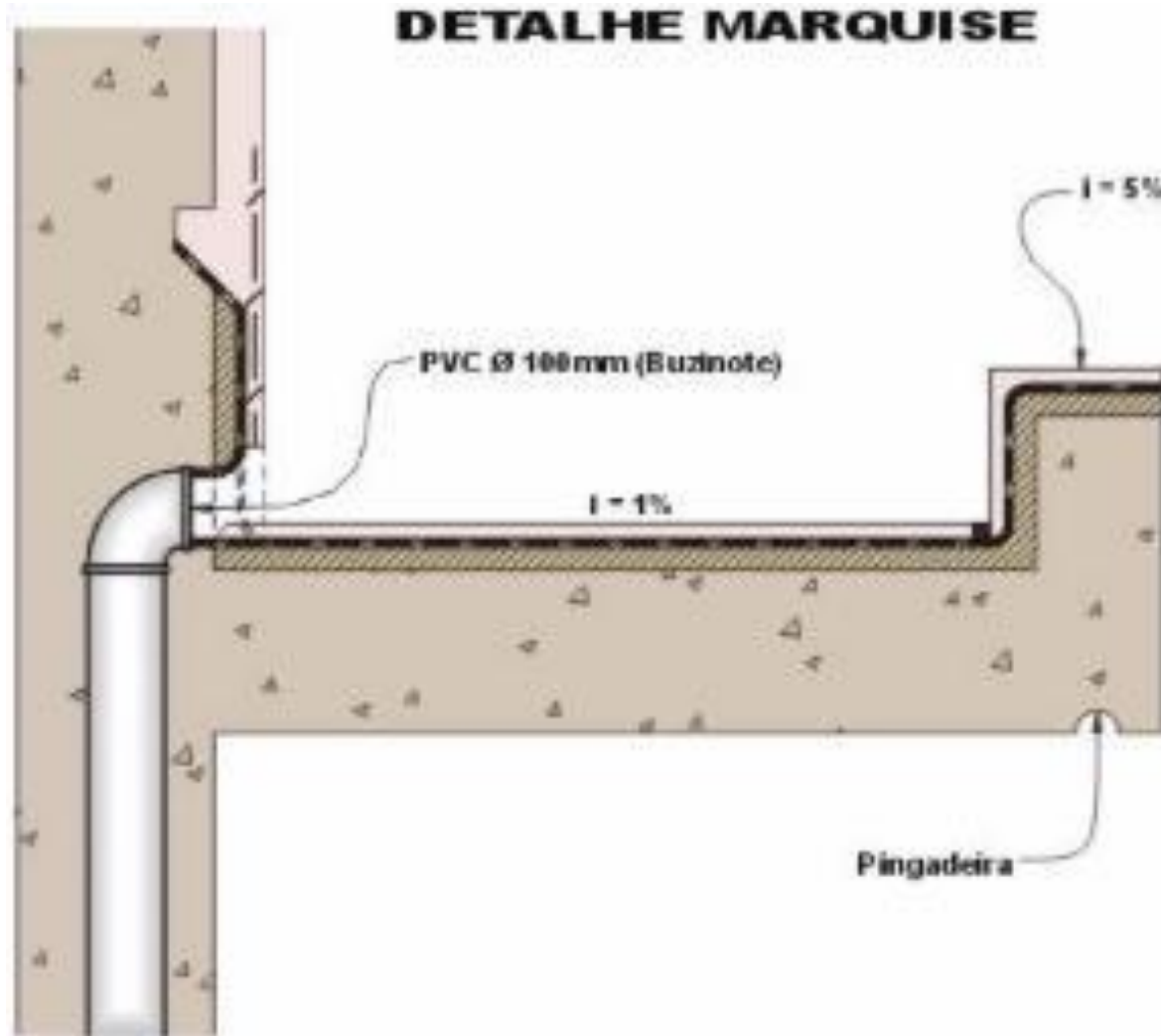
Segregação

- É a separação entre os elementos do concreto - a brita e a argamassa - logo após o lançamento.





Varandas e
Marquises

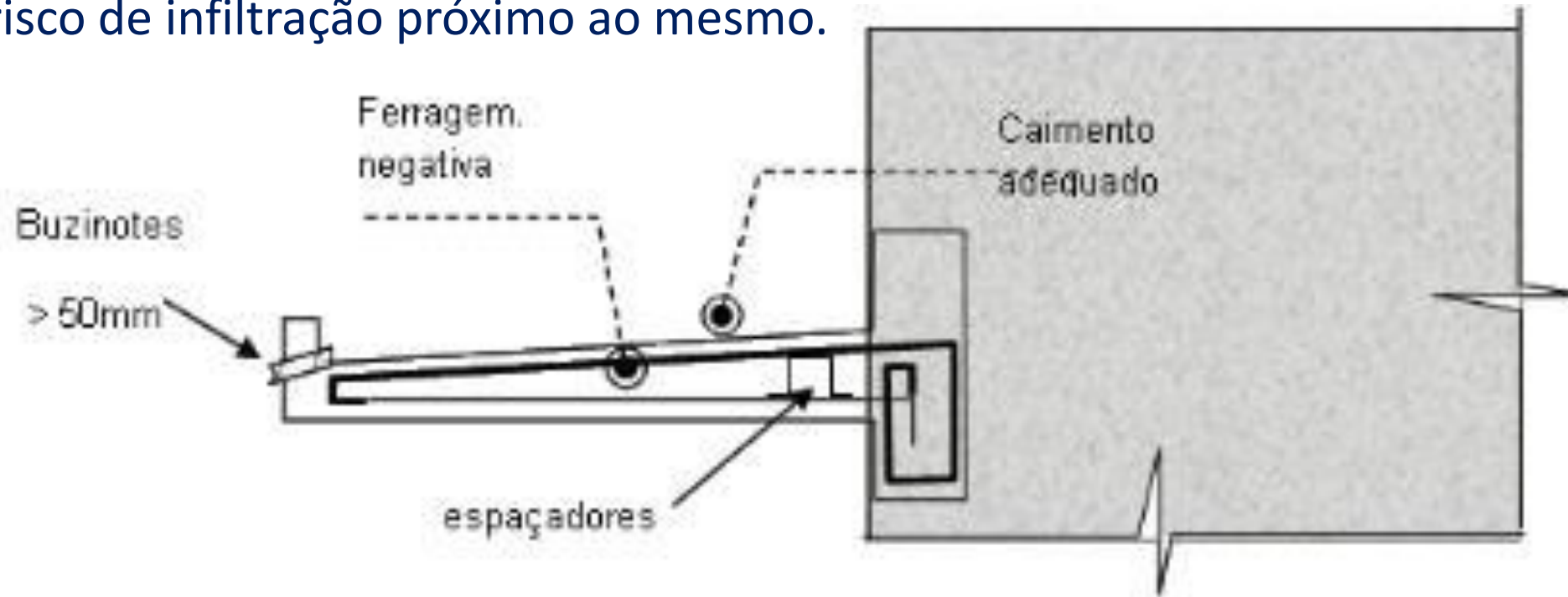


A abaixo apresenta os detalhes
do dreno, inclinação,
impermeabilização e pingadeira,
fundamentais para uma
drenagem eficaz.

Fonte: Gomes et al (2003)



Outra disposição do dreno apresentada por Berberian (2010) é a instalação de buzínates (drenos) conforme a figura abaixo; estes tubos se destinam a drenar a água sem a preocupação da sua disposição final, mas distante do engaste, o que conferiria menor risco de infiltração próximo ao mesmo.



Fonte: Berberian (2010, p. 39)



Varandas e Marquises

- Basta cair uma chuva, leve que seja, logo buscamos nos abrigar em locais que tenham as famosas marquises. Além de dar proteção, estas são extensões arquitetônicas dos edifícios.
- Por se tratar de um elemento estrutural de bastante uso nas cidades, as marquises devem receber frequentes manutenções. Embora não haja uma normatização específica na construção civil, alguns municípios possuem sua própria legislação para a conservação de marquises.



Varandas e Marquises

Ambas demandam cuidados especiais:

- Não devem ser sobrecarregadas;
- Não devem acumular água;
- A parte mais sensível dessas estruturas é o engaste junto ao plano da fachada;
- Jamais permitir reimpermeabilização sem a retirada do material antigo;
- Sobrecarga não prevista em projeto;
- Estado geral da impermeabilização;
- Corrosão da armadura;
- Controle de qualidade do concreto;
- Concepção de projeto;
- Escoramento inadequado para manutenção.



Varandas e Marquises

- Caso a VARANDA ou a MARQUISE apresentem deterioração devem ser escoradas para execução de qualquer serviço.
- Não permitir a estocagem de entulho ou material de construção sobre a MARQUISE ou a VARANDA.
- Letreiros e equipamentos (central de ar condicionado e outros), só podem ser colocados sobre MARQUISES após a verificação da compatibilidade de cargas.
- Fechar varanda pode ser perigoso!
- Varandas estendidas popularmente conhecidas como varandas gourmet;



Varandas e Marquises



Problemas quanto a drenagem e infiltração d'água.

Fonte: Jordy, Mendes e Alves (2006, p. 365)-(A); Carmo (2009, p. 78)-(B)

Siga  [defesacivil.ES](#) Curta  [defesacivilES](#)

www.bombeiros.es.gov.br | www.defesacivil.es.gov.br | SOMOSTODOSNÓS

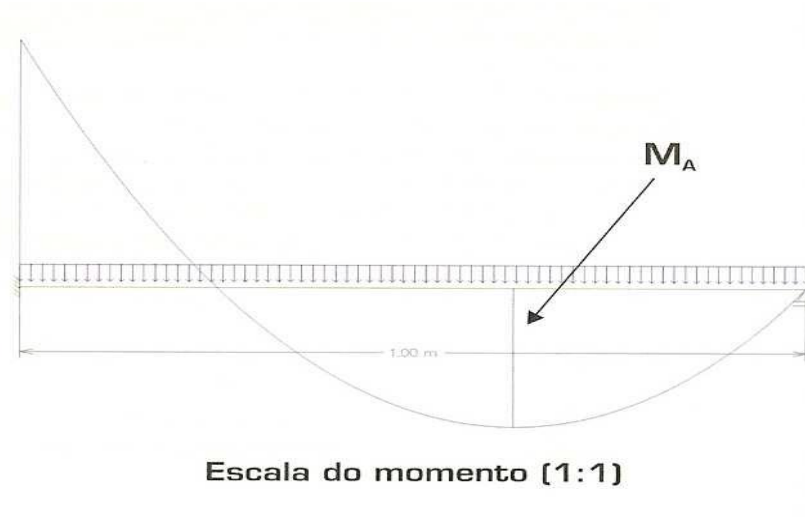
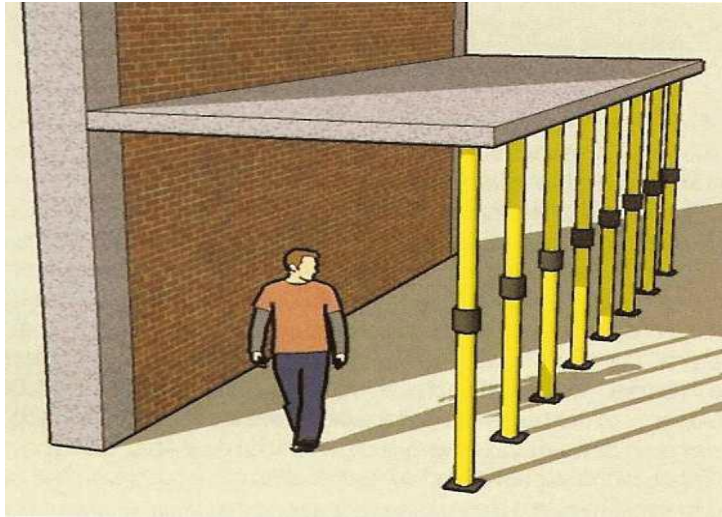


Marquise deformada
pela sobrecarga de
painel publicitário
2007 - Vila Velha/ES

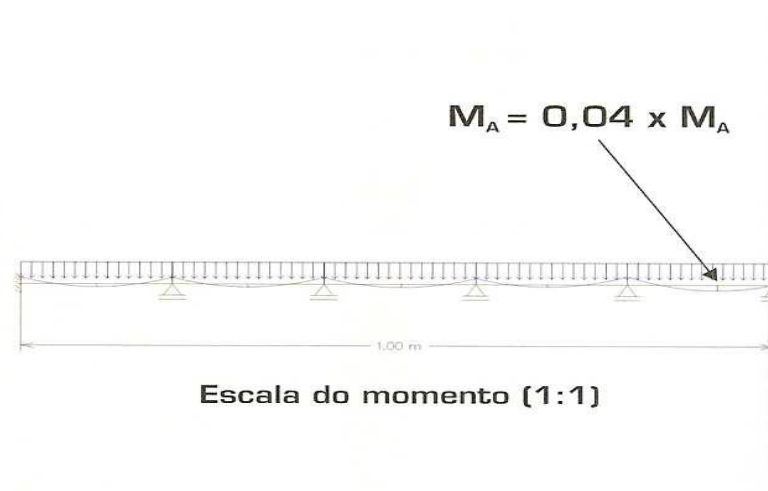
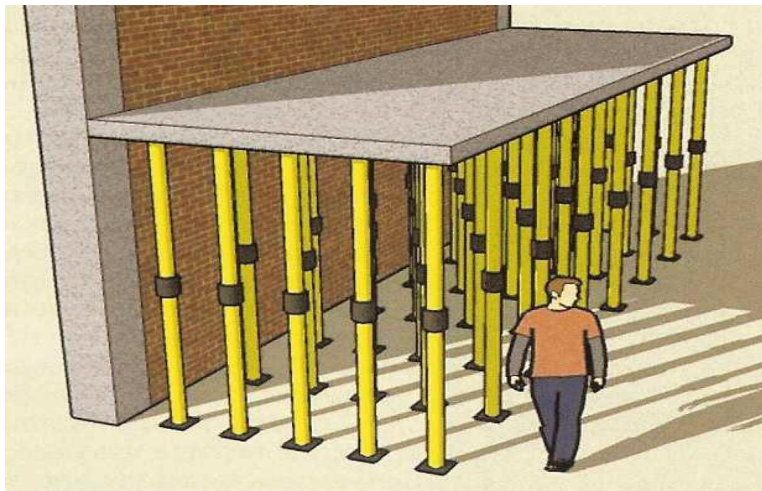
Fonte: Rizzo (2007, p.5)



Escoramento inadequado de marquise
Junho/2013 - Vila Velha/ES

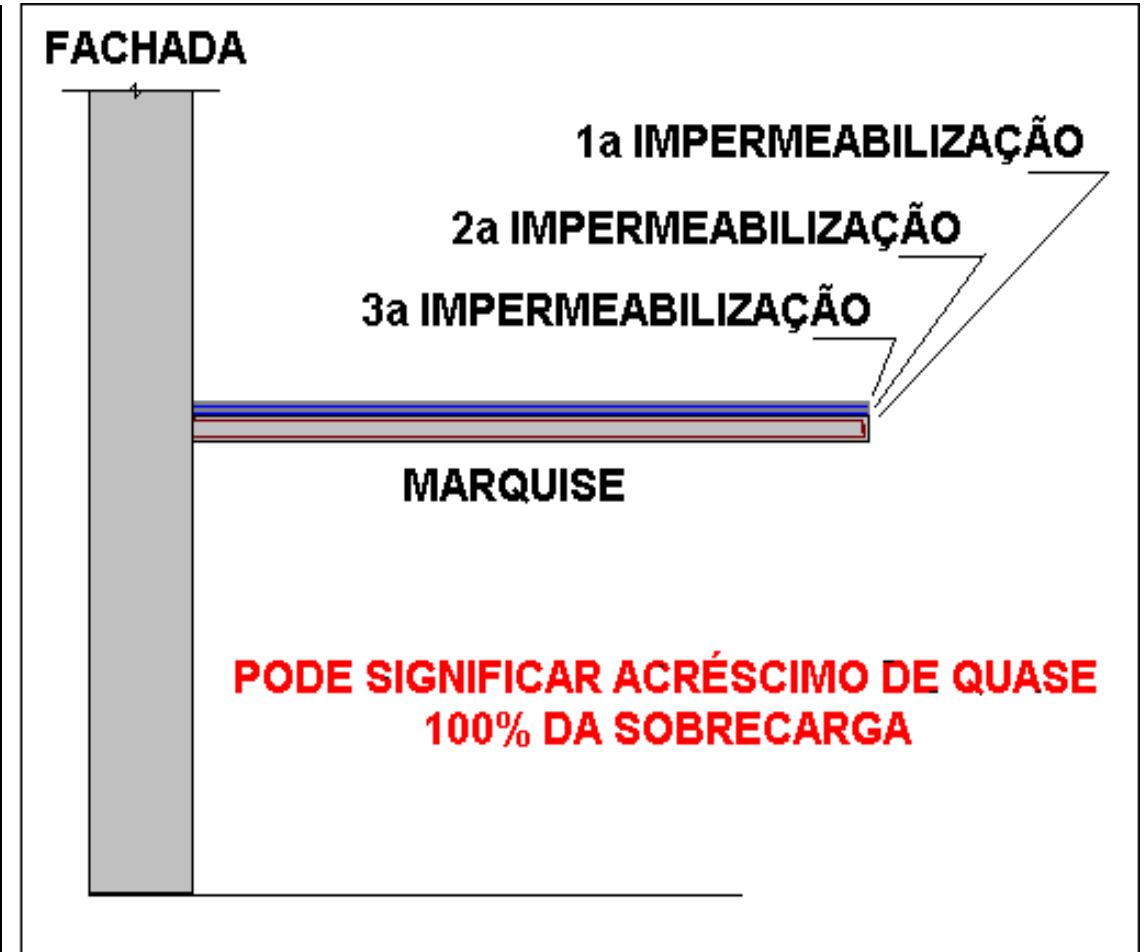
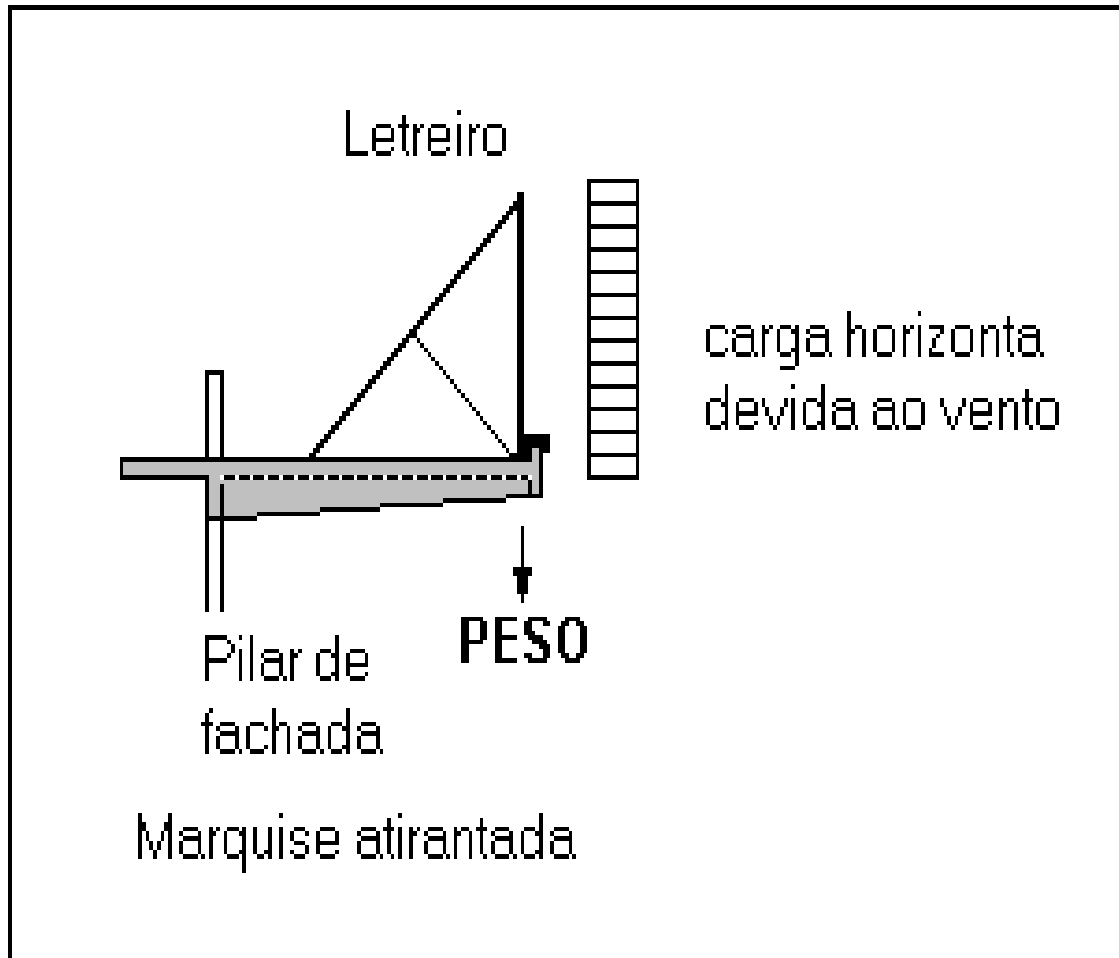


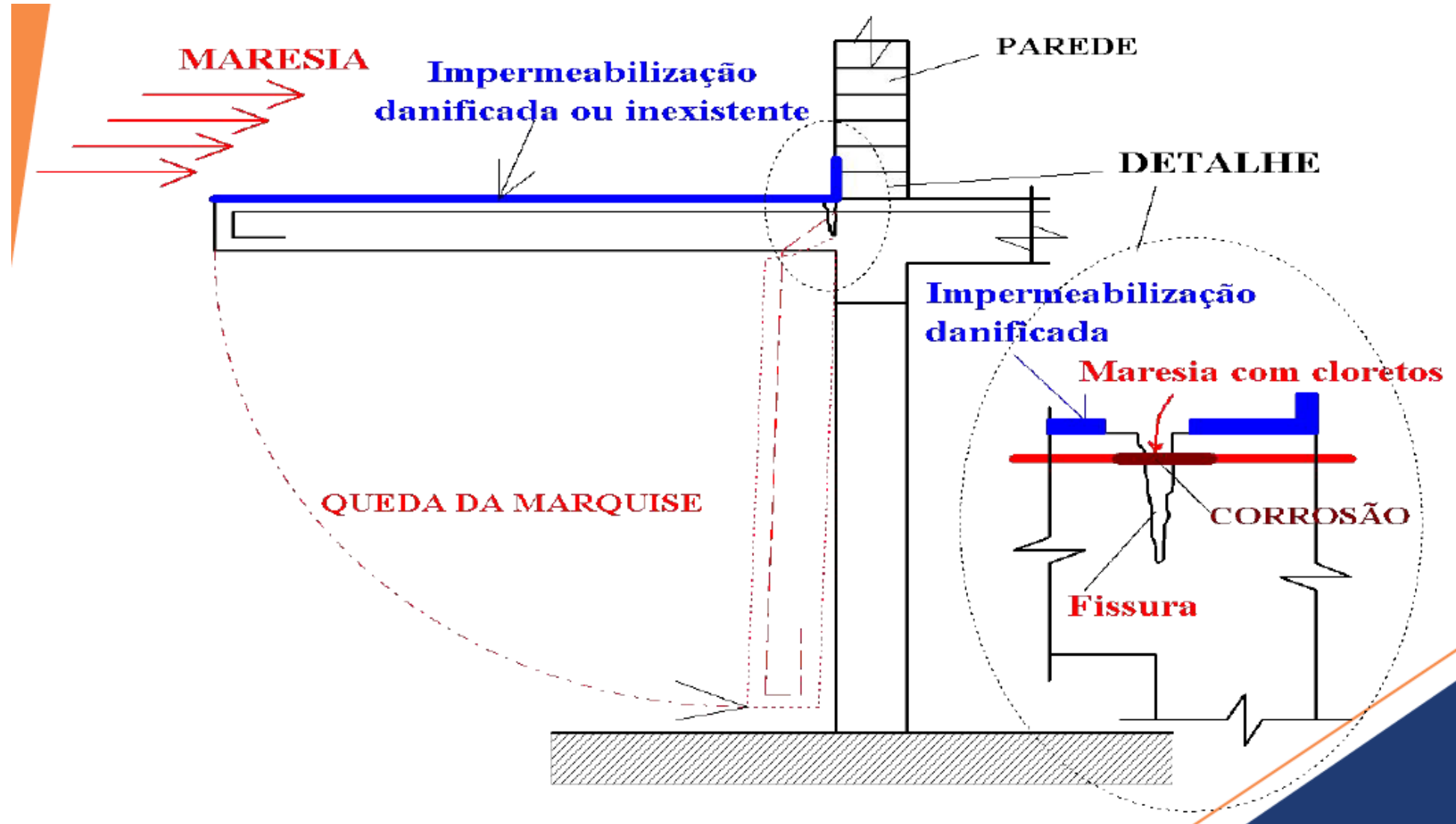
Cuidado com o escoramento!



Escoramento correto!

Varandas e Marquises





Varandas e
Marquises



Posição correta da armadura segundo o projeto

Flecha excessiva

Fissura com grande abertura

Varandas e
Marquises

Altura útil real

Altura útil de projeto

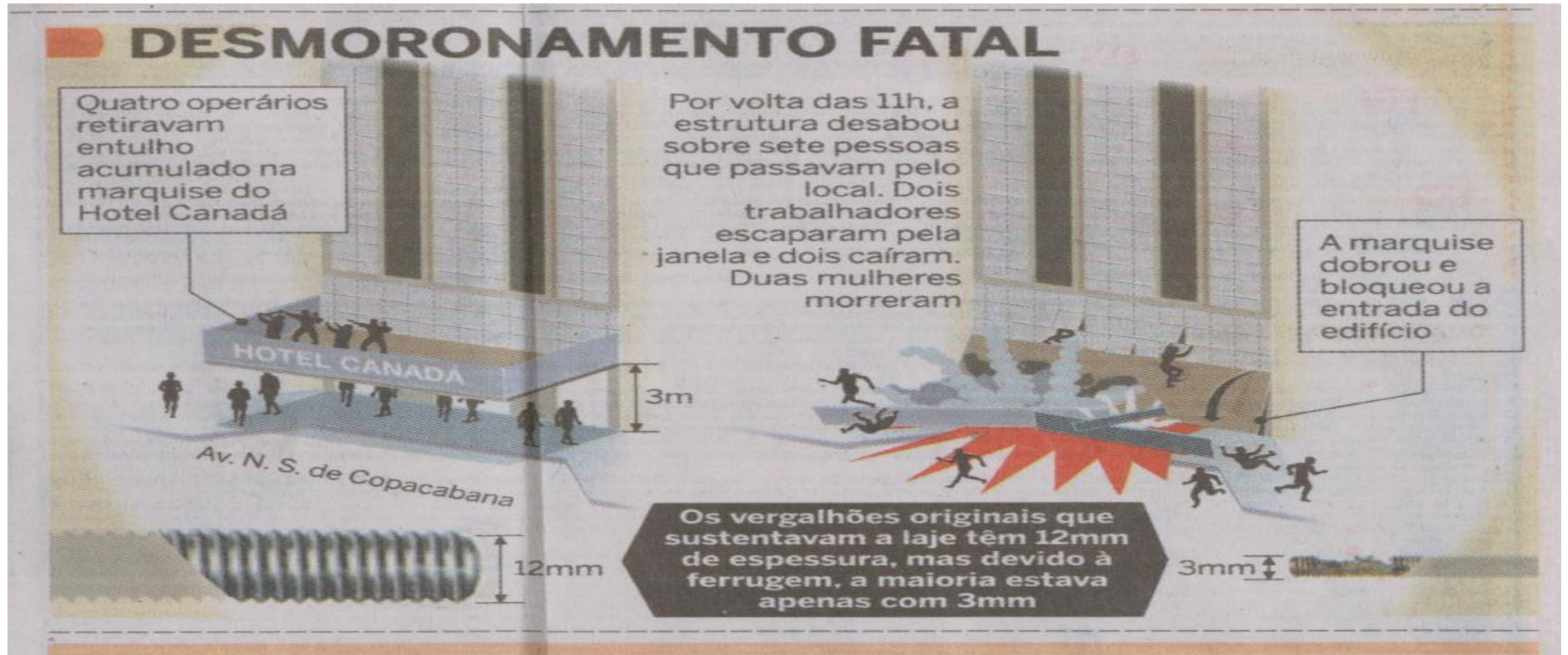
Armadura colocada fora da posição

QUEDA DA MARQUISE



Varanda com engaste rompido 15 anos depois de ter sido construída, devido a erro de detalhamento de projeto.

Varandas e Marquises



PATOLOGIAS EM PONTES

Casos reais de patologias em pontes em geral



EXECUÇÃO INADEQUADA



AUSÊNCIA DE PINGADEIRAS

Casos reais de patologias em pontes em geral



CARBONATAÇÃO DO CONCRETO



AUSÊNCIA DE COBRIMENTO E ESTRIBOS ROMPIDOS

Casos reais de patologias em pontes em geral

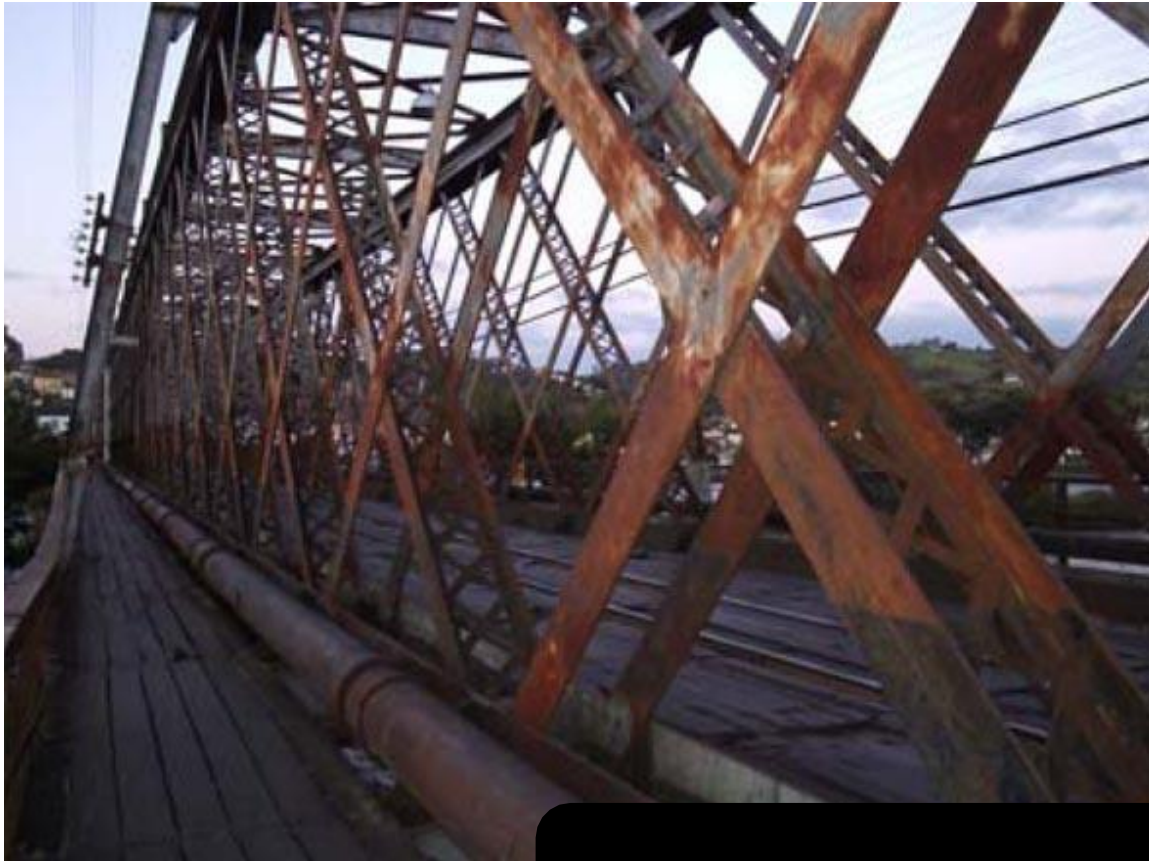


CORROSÃO DA ARMADURA



VAZIOS DE CONCRETAGEM

Casos reais de patologias em pontes em geral



CORROSÃO

Casos reais de patologias em pontes em geral



ATAQUE DE BACTÉRIAS E FUNGOS (MADEIRA)



VIGA EM ESTÁGIO DE APODRECIMENTO



Casos reais de patologias em pontes em geral

VIGA EM ESTÁGIO AVANÇADO DE DECOMPOSIÇÃO

Ação do fogo sobre estruturas



Temperatura (°C)	Efeito	Lesão
100	Evaporação da água livre	Sem lesões significativas
100 – 300	Perda da água capilar grandes deformações	Pequenas perda de resistência
300 – 400	Evaporação total da água adsorvida	fissuras e trincas em lajes e vigas
400 – 500	Início de clacinação (hidr. cálcio - cal viva.)	Aumento de fissuras, e lascas em arestas
500 - 600	Os agregados fissuram	Inicia a perda do cobrimento nas lajes.
600 - 950	Concreto torna-se friável.	Perda de comprimento pilares
950 - 1000	Início do processo de sintetização.	Perda quase total da resistência.
Acima de 1000	Calcinação completa	Resistência nula

EFEITOS SOBRE O CONCRETO
A ação do fogo e do calor afetam o concreto de várias formas. A lesão é proporcional a temperatura e a duração da exposição ao fogo.



Tabela 1. Características do concreto superaquecido

Temperatura [°C]	Cor	Aspecto visual / Desempenho
<250	Cinza	Perda de resistência pequena e irregular
285-300	Cinza-Roseo	Fissuração superficial, lascamento explosivo (vapor)
300	Rosa	Início de mudança de cor
50 - 400		Redução do módulo de deformação
535-550	Roxo	Fissuração profunda – friabilidade superficial
575	Vermelho pálido	Pipocamento dos grãos de quartzo
650	Cinza esbranquiçado	Perda das propriedades mecânicas
790-800		Lascamentos do cobrimento das armaduras, com exposição até 25% da superfície das mesmas
900	Amarelo alaranjado	Superfície pulverulenta
1000	Amarelo claro	

Fonte: Rosso (1975) apud Neville (1923)

COR AMARELA – ALARANJADA



DETALHE





Efeitos do fogo sobre a armadura de aço

- Aos 500°C a aderência aço-concreto reduz à metade;
- Os incêndios normalmente não chegam a temperaturas que possam causar a fusão do aço, aproximadamente 1550°C; as máximas temperaturas alcançadas aproximam-se dos 1200°C;
- O aço doce (baixo teor de carbono, fácil de dobrar, aço da lataria de veículos, por exemplo) tem um comportamento relativamente bom até a temperatura de 400°C e tem uma propriedade interessante; quando resfriado lentamente, recupera praticamente toda sua resistência; entre 400°C e 800°C a perda de resistência é progressiva porém não linear; a 1.000°C o aço tem uma resistência residual (são as tensões existentes em um corpo sem a existência de carregamentos externos ou gradientes de temperatura) praticamente desprezível.



Efeitos do fogo sobre a armadura de aço

- Os aços para concreto protendido tem um comportamento pior quando aquecidos, pois são endurecidos por processos térmicos que a ação do calor reverte; ensaios demonstraram que a 400°C o aço para concreto protendido perde por completo suas propriedades e rompe;
- As armaduras em situação de incêndio também podem ser afetadas pelo ácido clorídrico desprendido pelos produtos de PVC e derivados inclusos no interior de peças de concreto; a combustão dos condutos hidráulicos e elétricos de PVC libera vapores ácidos que reduzem o pH do concreto e, portanto, podem despassivar as armaduras.

Efeitos do fogo sobre a armadura de aço

- Os aços para concreto protendido tem um comportamento pior quando aquecidos, pois são endurecidos por processos térmicos que a ação do calor reverte; ensaios demonstraram que a 400°C o aço para concreto protendido perde por completo suas propriedades e rompe;

Perda de aderência aço-concreto

- Independente do diâmetro das armaduras, a redução da aderência é muito maior em concretos resfriados rapidamente em água do que quando resfriados gradualmente ao ar;
- Acima dos 400°C, a perda de aderência das armaduras é maior do que a redução de resistência à compressão dos concretos;
- A partir dos 600°C há perda completa de aderência;

Análise Técnica

- Para avaliar a estabilidade de uma estrutura incindia é necessário considerar fatores como:
 - duração do incêndio,
 - temperatura do concreto;
 - tipo do elemento estrutural;
 - cobrimento da armadura.

RISCO DE DESABAMENTO

Antes de entrar na construção:

- Verifique se a estrutura está aprumada.
- Examine pilares e vigas externos.

Ao entrar, fique atento a:

- Indícios de ruptura frágil.
- Ruídos e estalos da estrutura.
- Inicie a inspeção do andar mais baixo para o mais alto (sinistrado).
- Verifique se existem pilares com risco de flambagem.
- Avalie a área de risco, inclusive áreas adjacentes a rua.



PILARES

A temperaturas elevadas o aço sofre uma redução considerável de resistência, sobrecarregando o concreto.

Se este chegar a esgotar sua capacidade de carga, ocorrerá uma ruptura frágil.

Também devem ser avaliados esforços e deformações horizontais impostos a pilares por deformação linear das vigas.



FLAMBAGEM DE PILAR DEVIDO A DEFORMAÇÃO HORIZONTAL EXCESSIVA EM INCÊNDIO



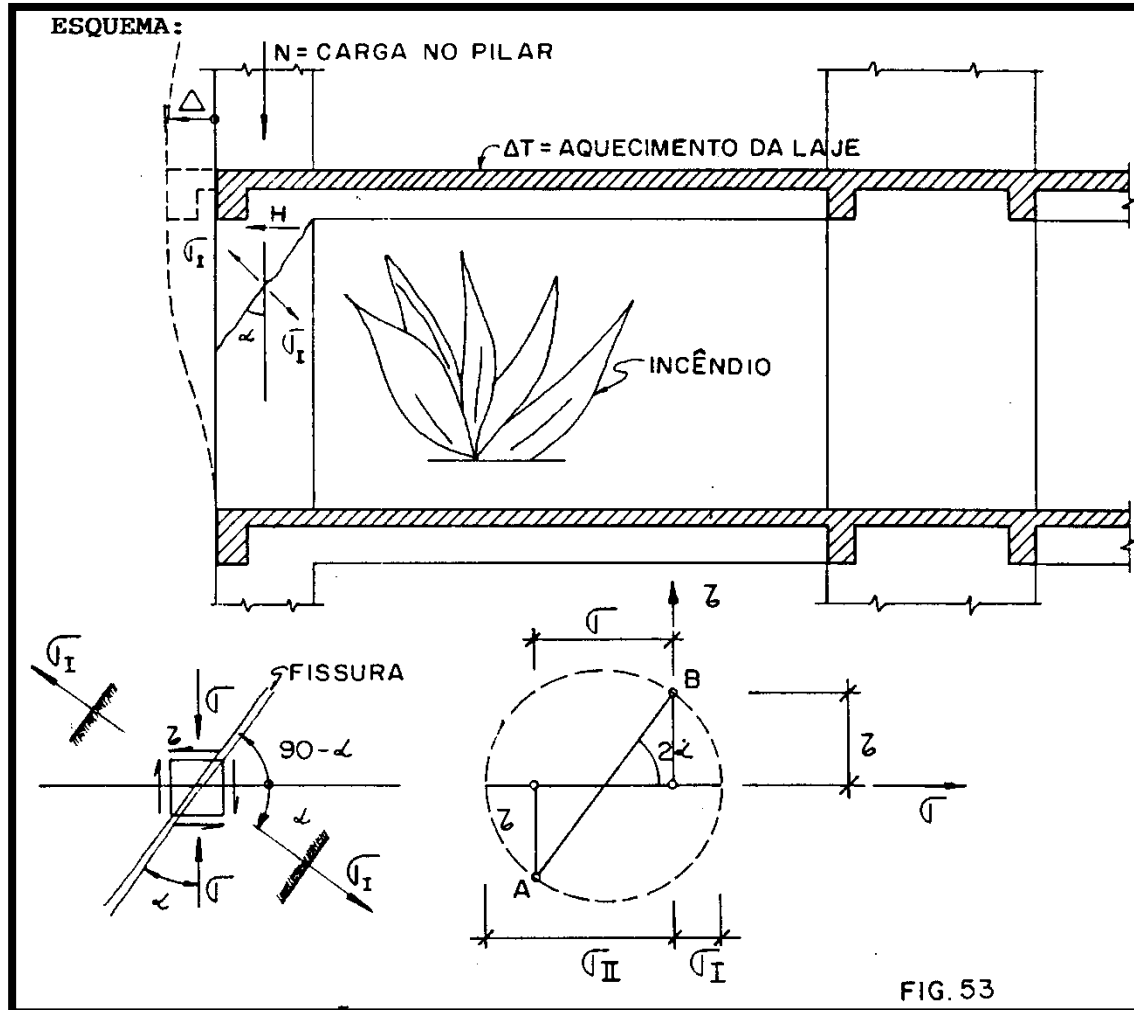
VIGAS

Nas vigas as principais lesões são provocadas por retração, dilatação, flexão e cisalhamento.

Quanto mais longa a viga tanto maiores serão as deformações.



AÇÃO DO FOGO SOBRE ESTRUTURAS





AÇÃO DO FOGO SOBRE ESTRUTURAS

LAJES

As lajes são os elementos estruturais mais sensíveis uma vez que as espessuras e cobrimentos são menores.

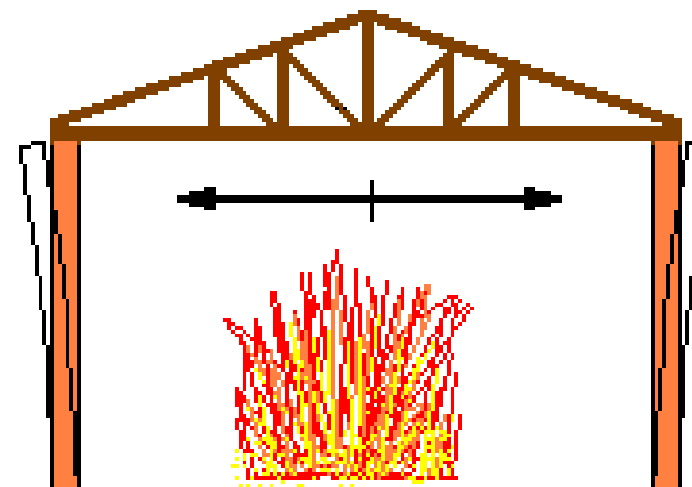
Devido ao cobrimento reduzido a ação do calor dilata o aço na superfície inferior fazendo com que perca a aderência e se solte do concreto, dando origem a deformações em forma de bacias.



VIGAS E LAJES ROMPIDAS EM INCÊNDIO



PERDA DE
ADERÊNCIA DA
ARMADURA DA LAJE



Em casarões é frequente ocorrer a ruptura vertical da empena (parede) ao longo da fachada devido à deformação horizontal das empenas.

PÓS-INCÊNDIO

Antes de entrar em imóveis incendiados:

- Saiba quanto tempo durou o incêndio.
- Avalie a temperatura máxima a qual chegou a estrutura.
- Examine a estrutura externamente.
- Se possível examine a estrutura de um ponto mais alto.

Ao entrar:

- Verifique se há pilares com ferros flambados.
- Verifique se há indícios de ruptura frágil.
- Fique atento para ruídos e estalos da estrutura.
- Não caminhe sobre concreto calcinado.
- Avalie a área de risco, inclusive áreas adjacentes e a rua.

RISCO DE DESABAMENTO

Havendo risco iminente:

- Interdite a área de risco;
- Retire pessoas sem pânico;
- Esvazie reservatórios;
- Solicite escoramento;
- Ordene a remoção de estoque de material.
- Se possível, ordene o escoramento da estrutura.
- Não abale estruturas lesionadas.

FOTOS DE VISTORIAS DIVERSAS



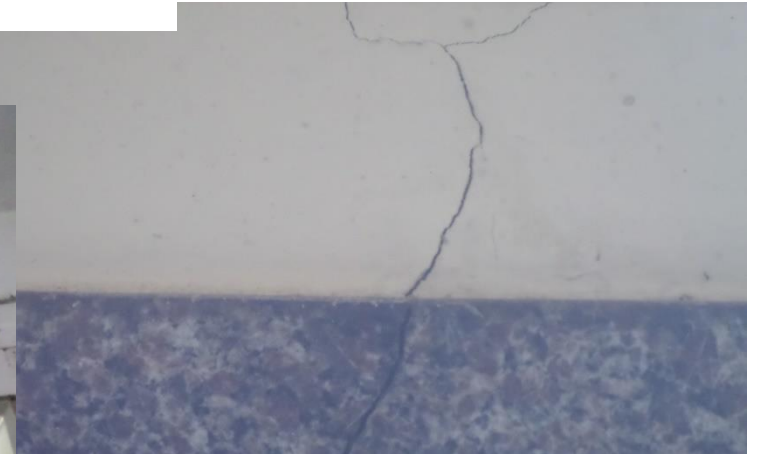
Ponte do Rive Alegre/ES - Jan/2020



Ponte na Rod. ES-375
Iconha/ES - Jan/2020

Terminal Rodoviário de Vitória/ES - Out/2017





Prédio do
14º BPM
Ibatiba/ES -
Fev/2018





Edificações afetadas
Iconha/ES - Jan/2020



Estrutura colapsada
Iconha/ES - Jan/2020

Ponte Sobre o Rio Jacaraípe Serra/ES – Julho/2017



Passarela metálica em Jacaraípe - Ago/2017 - Serra/ES





Ponte sobre o Rio
Jacaraípe
Serra/ES –
Agosto/2014





Prédio de 04 pavtos.
adernado no Cond.
América do Sul
Set/2012 – B.º Ipiranga -
Guarapari/ES





Ponte s/o Rio Muqui do Atílio Vivácqua/ES – Janeiro/2019





Ponte no interior
Ibiraçu/ES – Jan/2016



Estrutura comprometida
Set/2014 – Mimoso do Sul/ES



Distrito de Santa Maria Aracruz/ES – Out/2014





Condomínio Residencial em Colina de Laranjeiras

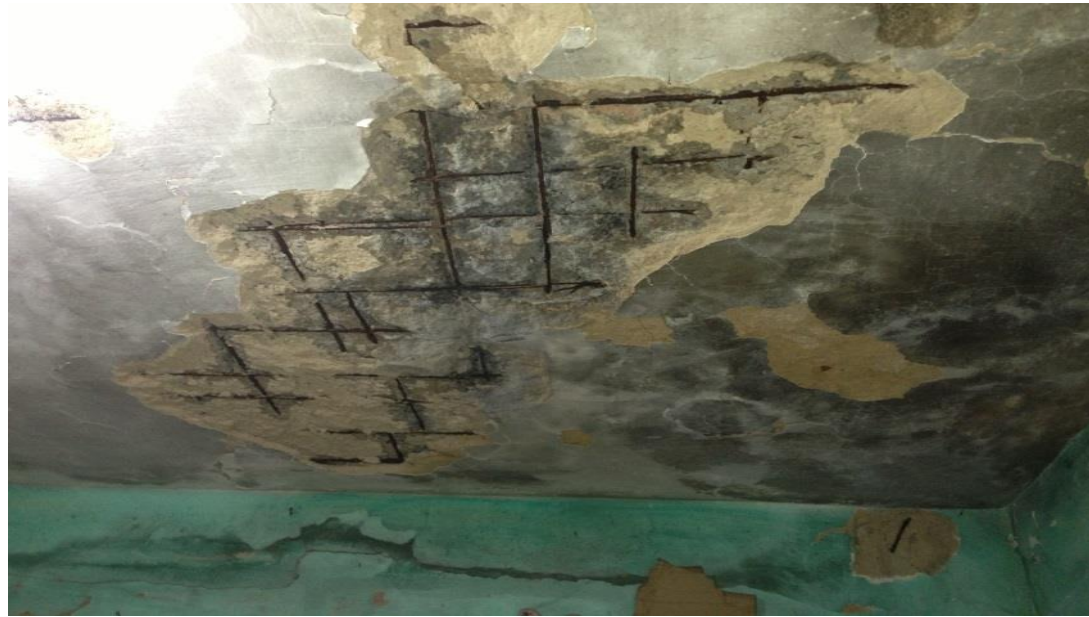
Ago/2016 - Serra/ES

Siga  defesacivil.ES Curta  defesacivilES

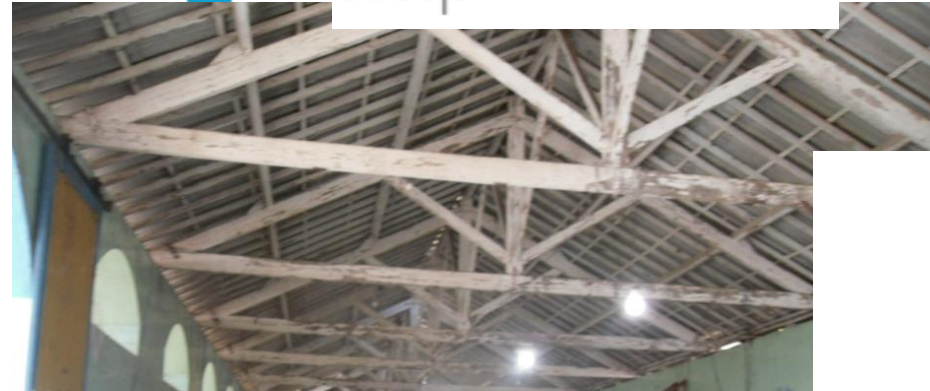
www.bombeiros.es.gov.br | www.defesacivil.es.gov.br | SOMOSTODOSNÓS



Edificação em Risco – Rio Novo do Sul/ES



Exposição de armadura c/corrosão Marataízes/ES - Abr/2014



Deterioração da madeira em estrutura de sustentação de cobertura
Mercado do Peixe – Marataízes/ES – Set/2014



Mercado do Peixe –
Piuma/ES – Jun/2017



Castelo D'água do SAAE
Mar/2018 – Marataízes/ES



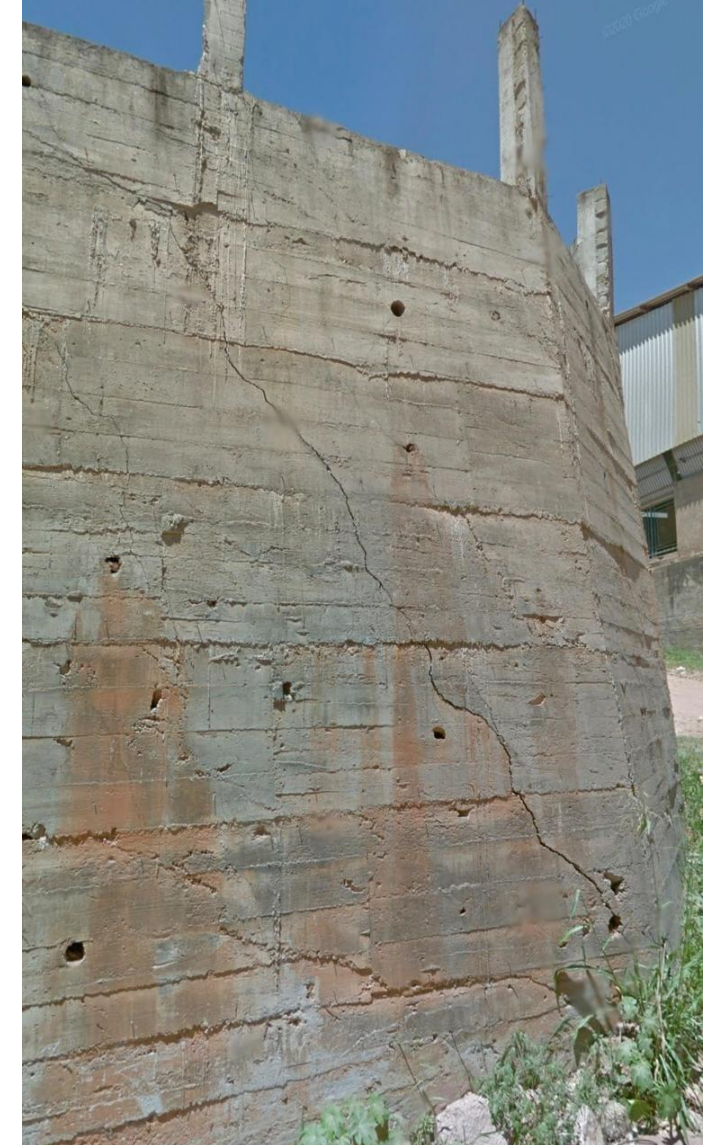


Castelo D'água
Jan/2021 – Pedro
Canário/ES



Postes de iluminação pública
Out/2018 – Marataízes/ES





Trincas em muros de Contenção - Março/2021

RONNEY GOMES NASCIMENTO

Eng.º Civil

COORDENADORIA ESTADUAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL

DEPARTAMENTO DE PREVENÇÃO

(27) 3194-3698

(27) 99252-3667 (institucional)

defesacivil.prevencao@bombeiros.es.gov.br

defesacivil.prevencao@gmail.com



“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina”

Cora Coralina

“Os sábios aprendem com os erros alheios e com os próprios.

Os tolos, só com os próprios.

Os infelizes, nem com os próprios.”

OBRIGADO!

H. G. Bohn