

Tratamento de Fissuras

Objetivos

Nosso objetivo principal é apresentar o estado-da-arte da tecnologia de recuperação de estruturas de concreto deterioradas pela fissuração.

Porque a fissuração é perigosa?

Porque com a fissuração há uma diminuição da estanqueidade das paredes e lajes. Conseqüentemente, há perda da funcionalidade, durabilidade e do bom aspecto visual.

Assim, com o tempo podem ocorrer deformações da estrutura por variação de dimensões sob restrição.

Esta restrição desperta no interior do elemento estrutural tensões de tração que, ao atingirem as tensões limites fissuram o concreto.

Controle da fissuração

Segundo o CEB, bol. 158 – Manual on Cracking and Deformation, de 1985:

1. Definição de limites aceitáveis para as aberturas das fissuras;
2. Estabelecimento de um método de projeto com a finalidade de se prever que abertura de fissura ocorrerá na estrutura, assegurando-se assim que os limites estabelecidos não serão excedidos

Causas da fissuração

- Fissuração causada por ações diretas;
- Fissuração oriunda de deformações impostas;
- Fissuração devida à retração plástica e ao assentamento do concreto;
- Fissuração devida à corrosão da armadura;
- Fissuração devida ao congelamento da água;
- Fissuração causada por ação química.

Fissuração causada por ações diretas

- Flexão;
- Tração;
- Cisalhamento de esforço cortante;
- Cisalhamento de esforço torsor.

É o tipo de fissuração mais comum.

Fissuração oriunda de deformações impostas

- Recalque das fundações;
- Retração hidráulica;
- Retração térmica;
- Variação de temperatura;
- Variação de umidade.

É necessária a restrição ao movimento para que sejam despertadas as tensões de tração.

Pode ser combatida através das juntas de dilatação.

Fissuração devida à retração plástica e ao assentamento do concreto

Fissuração plástica ocorre durante as primeiras horas. São dois os tipos de fissuração:

1. A devida à retração plástica, mais comum em lajes. Ocorre quando a água da superfície evapora mais rapidamente que a percolação das águas capilares para esta superfície;
2. A causada pelo assentamento plástico, que ocorre em elementos de maior dimensão vertical. Aqui, o concreto move-se para baixo, sendo este movimento dificultado pelas formas e/ou armaduras resultando em fissuras paralelas ao impedimento.

Tal fissuração pode ser evitada se observados os corretos procedimentos para mistura, transporte, lançamento, adensamento e cura.

Fissuração devida à corrosão da armadura

- As reações eletroquímicas dos produtos da corrosão são todas expansivas. Os volumes de hidróxidos e os óxidos ferrosos e férricos são de duas a mais de seis vezes maiores que o correspondente volume de ferro que se corroeu.
- Ora, como a capacidade do concreto resistir ao esforço de tração é reduzido, então a superfície do elemento estrutural fissura e, a seguir, deslaca.

Fissuração devida ao congelamento da água

- A água, diferente dos demais elementos, aumenta de volume ao congelar-se.
- Outrossim, este aumento causa lascamento e desintegração da superfície sem o surgimento de fissuras discretas.

Fissuração causada por ação química

- A reação álcali-agregado é um caso típico desta fissuração. Ocorre quando os álcalis do concreto reagem com certas variedades de sílica. O resultado é uma distribuição aleatória em forma de “mapa”;
- A reação com os sulfatos também é expansiva e produz fissuras.

Fissuras em paredes: causas e correção

1. Por que surgem fissuras nas paredes de edifícios e casas?

As fissuras podem se formar por uma série de fatores:

- Retração das argamassas devido à dosagem inadequada da argamassa ou concreto
- Ausência de cura principalmente na ocorrência de vento e calor excessivo
- Emprego de areia inadequada e ou contaminada
- Tempo insuficiente de hidratação da cal eventualmente utilizada
- Má aderência do revestimento à estrutura
- Falta de juntas de dilatação ou movimentação que absorvam a deformabilidade da estrutura
- Recalques de fundação

Como tratar várias fissuras

2. No caso de existirem muitas fissuras, há alguma forma de tratá-las como um todo ou é necessário tratar uma a uma?

É importante destacar que para cada tipo de fissura existe uma causa, por isso é difícil tratar de um único modo todos os tipos de fissuras é preciso uma análise prévia para definir a causa e o tipo da fissura, após esta etapa pode-se escolher o tipo de tratamento adequado. Para analisar uma fissura é preciso classificá-las quanto à abertura, geometria e movimentação. A NBR 9575/03 de Impermeabilização - Seleção e Projeto, classifica em trincas, fissuras e microfissuras de acordo com a abertura conforme tabela:

Tabela da NBR 9575/03

	Trinca	Fissura	Microfissura
Abertura (mm)	> 0,5mm e < 1,0mm	≤ 0,5mm	≤ 0,05mm

Por isso é importante analisar caso a caso, determinando o tipo de tratamento adequado e especificando os materiais a serem utilizados.

Danos e Tratamentos

- 3. Quais danos esse tipo de fissura pode causar na edificação?
As fissuras permitem a passagem de água que além de provocar manchas, eflorescências, bolhas e saponificação da pintura, possibilitam também a proliferação de bolores e outros fungos, provocadores de doenças alérgicas respiratórias. Nos caso mais graves, propicia um processo de corrosão das armaduras que se não forem tratadas adequadamente chegam a comprometer a estabilidade estrutural das edificações.

4. Como tratar as fissuras nas paredes?

No caso de microfissuras, é comum o tratamento com impermeabilizante acrílico flexível para fachada. Aplicado em 2 a 3 demãos, na forma de pintura, este produto acompanha a movimentação das micro-fissuras e evita a infiltração de água pela fachada, podendo-se substituir o selador por tinta acrílica.

Já para fissuras em alvenarias, é sugerido o seguinte tratamento. Preencher a abertura da fissura com mástique acrílico. Posteriormente, seguindo um procedimento que assegura um serviço de alta qualidade e confiabilidade, pode-se estruturar a área com a aplicação de uma tela especial a base de fibras de vidro de mono-filamento contínuo e posterior pintura flexível.

Juntas

Junta é o espaço regular entre duas peças de materiais idênticos ou distintos.

Os tipos mais comuns de juntas são:

- estrutural
- de assentamento
- de movimentação
- de dessolidarização

Tipos de Juntas

- Junta Estrutural - É o espaço regular cuja função é aliviar tensões provocadas pela movimentação da estrutura da obra. Devem ser respeitadas em posição e largura, em toda espessura do revestimento.
- Junta de Assentamento - É o espaço regular entre duas placas cerâmicas adjacentes, cuja função é absorver parte das tensões provocadas pela movimentação do substrato e pela dilatação térmica.
- Junta de Movimentação - É o espaço regular cuja função é subdividir o revestimento, para aliviar tensões provocadas pela movimentação do revestimento e/ou do substrato.
- Junta de Dessolidarização - É o espaço regular cuja função é separar a área com revestimento de outras áreas (paredes, tetos, pisos, lajes e pilares, para aliviar tensões provocadas pela movimentação do revestimento e/ou do substrato).

Local das Juntas de Movimentação

- Em pisos internos (NBR 13753) e paredes internas (NBR 13754):
Usar juntas de movimentação sempre que a área do revestimento for $\geq 32 \text{ m}^2$ ou sempre que uma das dimensões do revestimento for $\geq 8 \text{ m}$;
- Em pisos expostos à insolação (externos) e/ou umidade (NBR 13753):
Executar juntas de movimentação sempre que a área for $\geq 20 \text{ m}^2$ ou sempre que uma das dimensões do revestimento for que $\geq 5 \text{ m}$;
- Em paredes expostas à insolação e/ou umidade:
Executar juntas de movimentação em paredes sempre que a área de revestimento for $\geq 24 \text{ m}^2$ ou sempre que uma das dimensões do revestimento for $\geq 6 \text{ m}$.
- Outros locais: onde ocorrem mudanças de materiais, onde ocorrem momentos fletores máximos ou mínimos e no encontro de colunas, vigas e saliências.

Juntas de movimentação em fachadas (NBR 13755)

- Deve ser executadas juntas horizontais e verticais, como segue:
 - Horizontais: recomenda-se a execução de juntas de movimentação espaçadas no máximo a cada 3 m ou a cada pé direito, na região de encontro da alvenaria com a face inferior da viga;
 - Verticais: recomenda-se a execução de juntas de movimentação no máximo a cada 6 m.

Juntas de dessolidarização

- Recomenda-se executar juntas de dessolidarização:
 - no perímetro da área revestida;
 - nos cantos verticais;
 - nas mudanças de direção do plano do revestimento;
 - nas mudanças dos materiais que compõem a estrutura suporte;
 - no encontro do revestimento com pisos, forros, colunas, vigas ou com outro tipo de revestimento.

Selagem das Juntas

- Juntas estruturais, de movimentação e de dessolidarização devem ser seladas com materiais à base de poliuretano ou silicone.

Juntas em pisos industriais de concreto

- Ao longo do tempo, o aumento dos carregamentos e, conseqüentemente, das tensões nos pisos industriais vêm preocupando os profissionais da área.
- Soluções de dimensionamento têm sido estudadas, porém todas elevam a responsabilidade das juntas, pelo fato de que o aumento das cargas leva ao aumento das tensões nas juntas e das deformações dos pisos industriais.
- Várias alternativas para elevar a eficiência nas transferências de carga entre placas de concreto foram experimentadas, tais como espessamento das bordas das placas, juntas com encaixes do tipo macho-e-fêmea com ou sem barras de ligação, aumento da capacidade de suporte da sub-base, juntas com utilização de barras de transferência ou barras de ligação.

Função das juntas

- Todo piso industrial em concreto está sujeito a tensões devido a diversas causas, como retração do concreto, retrações e dilatações causadas por variações térmicas ou higrotérmicas, empenamento das placas e carregamento, seja ele estático (cargas distribuídas ou pontuais, como as de prateleiras) ou móvel (empilhadeiras de rodas pneumáticas ou rígidas).
- Parte dessas tensões provoca uma sensível redução da vida útil do pavimento. Portanto, o projeto deve prever dispositivos, detalhes construtivos, reforços estruturais e especificações de materiais adequados a cada tipo de solicitação.

Função das juntas (2)

- Dentre estes dispositivos ou detalhes construtivos estão as **juntas**, definidas como um "detalhe construtivo que deve permitir as movimentações de retração e dilatação do concreto e a adequada transferência de carga entre placas contíguas, mantendo a planicidade, assegurando a qualidade do piso e o conforto de rolamento"
- É importante ressaltar que as juntas devem permitir a adequada transferência de carga entre placas contíguas.

Bibliografia

- Fritz Leonhardt - Construções de Concreto –Vol. 1 a 6 - Ed. Interciência
- Eduardo Thomaz - Fissuração – Rev. Estrutura nº. 93 - RJ -1980
- Prof. José Luiz Cardoso - "Recuperação de Estruturas" - DER - RJ – 1987
- Maria Cascão Ferreira de Almeida - An analysis of cracking behaviour of reinforced concrete - Polytechnic of Central London – 1984
- Péricles B Fusco – Técnica de armar as estruturas de concreto - Pini – 1997
- Kumar Mehta & Paulo J. M. Monteiro - Concreto – Estrutura , Propriedades e Materiais - Pini – 1994
- NBR 6118/03 - Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado
- CEB-FIP Model Code – 1990
- CEB - Bulletin d'Information 148 - Durability of Concrete Structures - State-of-the-Art – 1982
- CEB - Bulletin d information 150 - Detailing of Concrete Structures

Relação de imagens gentilmente cedidas pelo Prof. Eduardo Thomaz

- 01 - Fiss vert parede reservat
- 02 - Fiss vert paredes pilares finos junto às fund
- 03 - Fiss de coação em geral
- 04 - Fiss vert em paredes de galeria
- 05 - Fiss vert paredes de túnel
- 06 - Fiss transv. Dimensionam
- 07 - Fiss horiz em lajes com abert
- 08 - Fiss vert paredes C edif junto fund-lj cobert
- 09 - Fiss incl alven por insolação
- 10 - Fiss inclin alven por recalq fundação
- 11 - Fiss inclin alven por deform lj esbeltas
- 12 - Fiss horiz em viga apoio sup falta As suspensão
- 13 - Fiss inclin dente Gerber
- 14 - Fiss inclin canto curto de apoio
- 15 - Fiss inclin balanço curto
- 16 - Fiss vert vigas longas esbeltas recalq solo
- 17 - Fiss vert por deformaç excessiva escoram
- 18 - Fiss vert falta As costela
- 19 - Fiss vert balanço curto por retraç viga

- 20 - Fiss vert emenda aduela balanço sucess
- 21 - Fiss vert por esbeltez escoramento
- 22 - Fiss vert pelo hiperestático de protensão
- 23 - Fiss vert castelos d'água
- 24 - Fiss paralelas às geratrizes castelo d'água
- 25 - Fiss transv lajes emenda vigas prémold
- 26 - Fiss corrosão + abrasão
- 27 - Fiss mau detalham rótula Freyssinet
- 28 - Fiss por falta de costelas e As long laje
- 29 - Fiss inclin canto de quadro
- 30 - Fiss vert negativo apoio simples
- 31 - Fiss cisalh abert excessiva
- 32 - Fiss curva por falta de estribos
- 33 - Fiss long de viga-parede na lj inf ferrov
- 34 - Fiss inclin viga-parede direç apoio
- 35 - Fiss vert próx aplicaç carga = viga-parede
- 36 - Fiss long na laje de viga T ã armada
- 37 - Fiss long lj entre vigas pré-mold
- 38 - Fiss incl alven apoiada balanço
- 39 - Fiss horiz de descolamento alven-estrut
- 40 - Fiss inclin bloco de estaca por As curta
- 41 - Fiss vert em tubulaç por recalque solo
- 42 - Fiss helicoidal na viga de bordo por torção

- 43 - Fiss por retração térmica impedida em barragem
- 44 - Fiss de torção nos cantos simpl apoiado das lj
- 45 - Fiss inclin alven sobre lj-cogum sem viga bordo
- 46 - Fiss inclin alven por recalque fundaç
- 47 - Fiss inclin alven por recalque diferencial
- 48 - Fiss inclin alven por recalque de fundaç
- 49 - Fiss inclin pilaretes vg Vierendel por insuf estr
- 50 - Fiss na ancoragem dos cabos por falta de estr
- 51 - Fiss atrás da ancoragem por insuf estr
- 52 - Fiss fendilham balanço curto
- 53 - Fiss inclin topo pilar por incêndio na laje
- 54 - Fiss viga por deformação do escoramento flex
- 55 - Fiss no radier por deformação do solo
- 56 - Fiss por retração marquise engast a posteriori
- 57 - Fiss sob cabo cobrimento insuficiente
- 58 - Fiss horiz de arrasto de forma deslizante pilar
- 59 - Fiss por resfriamento de laje fina
- 60 - Fiss por corrosão de névoa salina
- 61 - Fiss por C~névoa salina em C mal lançado
- 62 - Fiss no guarda-corpo por As insuficiente
- 63 - fiss em brise-soleil reprod apoio da viga
- 64 - Fiss vert parede estrut com abertura
- 65 - Fiss long horiz laje fundo abertura retir form
- 66 - Fiss long horiz viga com rebaixo canaleta

- 67 - Relação flecha versus H divid vão 40%Pu
- 68 - Relação flecha versus H divid vão 80%Pu
- 69 - Fiss horiz reserv mal dimens
- 70 - Estado de não-fiss lago fundo laje
- 71 - Cargas para $w=0,1\text{mm}$ flexão cisalham
- 72 - Cargas para $w=0,2\text{mm}$ flexão cisalham
- 73 - Corrosão em estacas
- 74 - Corrosão em blocos de estaca
- 75 - Fiss vert pilar retraç hidrául térm impedida
- 76 - Fiss horiz corrosão estribos pilar
- 77 - Fiss corrosão cobrim insuficiente
- 78 - Fiss corrosão blocos de estacas
- 79 - Fiss corrosão cobrim insuficiente
- 80 - Fiss corrosão cobrim insuficiente
- 81 - Fiss inclin transversina por recalque apoio
- 82 - Fiss corrosão As deslocado transversalm
- 83 - Fiss em malha corrosão por corrente fuga
- 84 - Fiss C~em postes névoa salina + corr fuga
- 85 - C~ face inferior tampa cx d'água
- 86 - Fiss por flecha e rotação do escoram
- 87 - Fiss em cantos de aberturas
- 88 - Fiss de reunião por falta As paredes espessas
- 89 - Sugestão de protensão ext combate fiss
- 90 - Fiss vert retração térm e hidráulica

- 91 - Fiss por deficiência de cálculo
- 92 - Fiss em silo por As insuficiente
- 93 - Corrosão em viga desprotegida
- 94 - Fiss no guarda-rodas por flex compatibil
- 95 - Fiss radiais em laje cogumelo
- 96 - Fiss por torsão de compatibil
- 97 - Fiss em brise-soleil por flex compatibil
- 98 - Fiss em brise-soleil por flexão compatibil
- 99 - Corrosão em piscinas a beira-mar
- 100 - Corrosão em peças de praças
- 101 - Corrosão em pórticos a beira-mar
- 102 - Corrosão em alvenaria armada
- 103 - Corrosão do negativo do balanço
- 104 - Fissura do negativo do balanço
- 105 - Fendilhamento no topo da laje
- 106 - Rutura das alv por flex exagerada dos quadros
- 107 - Broca por falta de vedação das formas
- 108 - Broca no pé pilar por lanç inadeq
- 109 - Trinca na alv por deformaç excess no balanço
- 110 - Fissura na alv por deform excess do balanço
- 111 - Fissura em junta de C por variaç lenç freát
- 112 - Fissura laje fundo reserv por empuxo ^
- 113 - Vibrações. Recom CEB-EM
- 114 - Fissura em laje apoiada no solo

- 115 - Fissuras por RAS
- 116 - Fissuras por sulfatos. Etringita
- 117 - Fissura alvenaria por dilatação da laje
- 118 - Trabalho diferente estrut de diferente idade
- 119 - Pedras soltando-se por incompatibilidade movim
- 120 - Fissura na alven nos marcos de porta
- 121 - Impacto H sobre pilar
- 122 - Trinca em barraca na alvenaria por flecha excess
- 123 - Fissura na alvenaria nos marcos de porta
- 124 - Corrosão por corrente de fuga
- 125 - Trincas em prédio por recalque
- 126 - Biocorrosão com traço, agress da água e recomend
- 127 - Trinca por As insuficiente
- 128 - Corrosão sob tensão em adutora
- 129 - Fendikhamento em pilares ortogonais
- 130 - Fissura de canto de quadro por As inadequada
- 131 - Fissura na laje por As mal desdobrada
- 132 - Fissura na laje por As mal desdobrada
- 133 - Fissura por costela insuficiente
- 134 - H nas diagonais de quadro do viaduto
- 135 - Flecha na viga por recalque escoram
- 136 - Trinca no neg balanço por detalhamento incorreto
- 137 - Trinca em parede reserv por recalque
- 138 - Trinca no topo do pilar por retração impedida

- 139 - Trinca horiz parede x rotação laje
- 140 - Efeito do desaprumo do pilar
- 141 - Vedações travadas por flecha lenta
- 142 - Vedações empenadas por flecha lenta
- 143 - Fissura por retração impedida
- 144 - Fissura parede bueiro aterro
- 145 - H empuxo sobre estaca
- 146 - Deslocamento cilindro de apoio
- 147 - Corrosão Viad S. Conrado
- 148 - Durabilidade e traço
- 149 - Lançamento, vibração e juntas de C
- 150 - Materiais para injeção de fissuras
- 151 - Fissura por junta de concretagem mal feita
- 152 - Recalque de laje apoiada no solo
- 153 - Escamação em frigorífico
- 154 - Fissura por retirada incorreta de escoramento
- 155 - Brocas em vigas de CP
- 156 - Pilar atingido por H
- 157 - Passarela atngida por H

Sessão encerrada

Obrigado a todos

Eng^o Marcelo Iliescu
iliescu@iliescu.com.br
www.iliescu.com.br