

LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE FISSURAS EM ELEMENTOS ESTRUTURAIS DE CONCRETO ARMADO EM EDIFICAÇÕES NO MUNICÍPIO DE SERRA – ES.

Isaias Martinez Matias da Silva¹

Gabriel Dardengo Moraes dos Santos²

Resumo

O presente trabalho trata-se de uma análise de manifestações patológicas em 2 (dois) edifícios residenciais, localizados no município de Serra/ES, realizada com auxílio da revisão da literatura, onde foram citadas as principais causas de fissuras. No desenvolvimento do estudo de caso, foi utilizada a primeira parte do modelo de metodologia de acordo com Lichtenstein (1985), que se trata do levantamento de subsídios através de visita ao local, sendo feito a determinação da existência do problema patológico, onde foram expostas as possíveis causas e soluções. O estudo tem como principal objetivo, analisar fissuras presentes em vigas e pilares, apesar da dificuldade em localizar esse tipo de fissura, pois são mais comuns em alvenarias. Foi observado nas edificações que a mão de obra não era de boa qualidade, podendo ser assim um dos motivos das fissuras. Portanto pode-se entender que a prevenção e a manutenção são as formas mais eficazes e econômicas contra as manifestações de fissuras.

Palavras-chaves: Fissuras. Edificação. Viga. Pilar.

¹ Graduando em Engenharia Civil pela Faculdade Capixaba da Serra – Multivix.

² Graduando em Engenharia Civil pela Faculdade Capixaba da Serra – Multivix.

1. Introdução

Com a acessão da construção civil houve um grande desenvolvimento tecnológico no mercado construtivo porém mesmo com o crescimento tecnológicos a ocorrência de patologias em estruturas de concreto armado ainda se torna frequente em diversas construções. As conjunturas socioeconômicas de países em desenvolvimento, como o Brasil, fizeram com que as obras fossem sendo conduzidas com velocidade cada vez maiores, com poucos rigores nos controles dos materiais e dos serviços; tais conjunturas criaram ainda condições para que os trabalhadores mais qualificados fossem paulatinamente se incorporando a setores industriais mais nobres, com melhores remunerações de mão-de-obra, em detrimento da indústria da construção civil (THOMAZ, 1989).

De acordo com Raygaerts (1980), as pessoas que estiverem estreitamente ligadas ao processo da construção que tiverem uma boa bagagem de conhecimento sobre a física e a química aplicada aos materiais de construção e que forem possuidoras de uma experiência vivenciada nesse campo, têm condições de resolver a grande maioria dos problemas patológicos. Deixando-nos claro que a atuação de profissionais qualificados na construção civil é de suma importância para desenvolvimento correto e seguro do empreendimento.

Segundo Helene (1997), 40% dos problemas patológicos ocorrem na etapa de projeto, 28% na etapa de execução, 10% no uso e 4% no planejamento da construção.

Inúmeras patologias podem ser evitadas nas fases de elaboração e confecção das edificações de concreto armado. O concreto armado requer certos cuidados na sua elaboração, visando otimizar a sua vida útil e desempenho. A correta execução envolve estudo do traço, além da dosagem, manuseio e cura adequados, a manutenção preventiva periódica e a proteção contra agentes agressivos (LAPA, 2008).

Algumas das patologias que mais ocorrem nas estruturas de concreto armado são as trincas e fissuras. As variabilidades dos parâmetros dessas não conformidades dificultam a identificação de suas causas, o que exige análise por profissional

especializado, que através de estudos pode identificar suas causas. A existência de fissuras em estruturas de concreto armado é um problema de grande importância, não somente de ponto de vista econômico, ao originar gastos de recuperação e diminuir a vida útil das edificações, mas também por atingir o usuário sob o ponto de vista de conforto, salubridade e satisfação psicológica dentro da habitação (MOLIN, 1988).

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo identificar e analisar quais são as principais fissuras que ocorrem em elementos estruturais de concreto armado através de vistoria realizada em duas edificações no município de Serra-ES. Por meio de seus resultados, busca contribuir para identificar e propor possíveis tratamentos para as fissuras encontradas.

2. Revisão da Literatura

Nas patologias de edificações, temos como destaque as estruturas de concreto armado. Onde se destaca o concreto, um dos materiais mais utilizados na construção de estruturas de edifícios, composto por cimento, areia, pedra e água. Ao inserir uma armadura de aço no concreto, formamos o concreto armado, utilizado na construção de estruturas de concreto armado.

Segundo Thomaz (1989), entre vários problemas patológicos que atuam em uma edificação, têm as trincas e fissuras, onde se têm três importantes aspectos: eventual estado de perigo de uma estrutura, o comprometimento do desempenho da obra em serviço (estanqueidade a água, durabilidade, isolamento acústico, etc.), e a aparência pode causar um constrangimento aos usuários.

Com o surgimento de trincas e fissuras, pode acontecer da estrutura ter sua vida útil reduzida, se não for tratada a tempo e de maneira adequada. Para cada estrutura de concreto armado é estabelecido um tempo de durabilidade e vida útil que pode ser utilizada e conservada de forma correta (THOMAZ, 1989).

2.1 Patologia Das Construções

Segundo Cánovas (1988), patologia é a parte da engenharia que estuda os mecanismos, os sintomas e origens dos defeitos das obras. Em alguns casos, é possível se fazer um diagnóstico apenas através da visualização. Entretanto, em outros casos o problema é mais complexo, sendo necessário verificar o projeto, investigar as cargas a que foi submetida à estrutura; analisar detalhadamente a forma como foi executada a obra e, inclusive, como esta patologia reage diante de determinados estímulos. Dessa forma, é possível identificar a causa destes problemas, corrigindo-os para não se manifestarem novamente.

2.2 Fissuras

Para Figueiredo (1989), fissuras e trincas são manifestações patológicas das edificações que podem ocorrer em alvenarias, lajes, vigas e pilares dentre outros elementos, causadas geralmente por tensões dos materiais. Materiais que tiverem um esforço solicitado maior que o resistente acontece a falha causando abertura, de acordo com a espessura podemos classificar como fissura, trinca, rachadura, fenda ou brecha, como se pode ver na tabela 1.

ANOMALIAS	ABERTURAS (mm)
Fissura	Até 0,5
Trinca	De 0,5 a 1,5
Rachadura	1,5 a 5,0
Fenda	5,0 a 10,0
Brecha	Acima de 10,0

Tabela 1: Classificação das fissuras e trincas de acordo com a abertura
Fonte: Zanzarini (2016, p.25)

Segundo Thomaz (1989), podem ter suas causas, por movimentações provocadas por variações térmicas e de umidade, atuação de sobrecargas ou concentração de tensões, deformabilidade excessiva das estruturas, recalques diferenciados das fundações, retração de produtos à base de ligantes hidráulicos e alterações químicas de materiais de construção.

2.2.1 Fissuras geradas por Movimentação Térmica

“Os materiais de construção se dilatam e se contraem devido a variações de temperatura. É óbvio que esta movimentação é mais sensível no envelope do prédio do que no seu interior” (DUARTE, 1998, p. 14).

Dessa forma, lajes de cobertura e paredes externas estão sujeitos ao aquecimento durante o dia e se resfriam de noite, provocando assim a dilatação e a contração. A amplitude da movimentação depende das propriedades físicas dos materiais e da variação da temperatura (COSTA, 2016).

Ainda existem os casos de movimentação diferenciada, em que temos as dilatações ou contrações desiguais. De acordo com Thomaz (1989), essas movimentações diferenciadas geralmente ocorrem em função dos seguintes fatores:

1. Junção de materiais com diferentes coeficientes de dilatação térmica sujeito às mesmas variações de temperatura;
2. Exposição de elementos a diferentes solicitações térmicas;
3. Gradiente de temperatura ao longo de um mesmo componente.

Segundo Valle (2008), as coberturas planas estão mais expostas às mudanças térmicas naturais do que as outras estruturas verticais. Diante esta situação, ocorrem dilatações e contrações diferenciadas que originam fissuras à largura da laje, normalmente com um traçado bem definido.

2.2.2 Fissuras Geradas por Movimentações higroscópicas

De acordo com Thomaz (1989, p. 33):

As mudanças higroscópicas provocam variações dimensionais nos materiais porosos que integram os elementos e componentes da construção; o aumento do teor de umidade produz uma expansão do material enquanto que a diminuição desse teor provoca uma contração. No caso da existência de vínculos que impeçam ou restrinjam essas movimentações poderão ocorrer fissuras nos elementos e componentes do sistema construtivo.

Esse tipo de fissura é um pouco diferente da retração hidráulica, que ocorre durante a cura. Segundo Marcelli (2007), nesse caso, a mudança de umidade a que fica submetida a peça de concreto gera uma variação dimensional por absorção ou perda higroscópica; essa alteração de volume pode causar fissuras se houver vínculos que impeçam o elemento de se movimentar. Nesses casos as fissuras poderão aparecer ao longo da peça ou junto aos vínculos.

Thomaz (1989), diz que a umidade pode ter acesso aos materiais de construção através de diversas vias:

1. Umidade resultante da produção dos componentes;
2. Umidade proveniente da execução da obra;
3. Umidade do ar ou proveniente de fenômenos meteorológicos;
4. Umidade do solo.

2.2.3 Fissuras Geradas pela Atuação de Sobrecargas

A atuação de sobrecargas pode produzir a fissuração de componentes estruturais, tais como pilares, vigas e paredes.

Para Valle (2008), a atuação de sobrecargas, previstas ou não em projeto, pode produzir o fissuramento de componentes de concreto armado sem que isto implique, necessariamente, ruptura do componente ou instabilidade da estrutura; a ocorrência de fissuras num determinado componente estrutural produz uma redistribuição de tensões ao longo do componente fissurado e mesmo nos componentes vizinhos, de

maneira que a solicitação externa geralmente acaba sendo absorvida de forma globalizada pela estrutura ou parte dela.

Thomaz (1989), afirma que, as fissuras ocorrem perpendicularmente às trajetórias dos esforços principais de tração. São praticamente verticais no terço médio do vão e apresentam aberturas maiores em direção à face inferior da viga onde estão as fibras mais tracionadas. Junto aos apoios as fissuras inclinam-se aproximadamente 45° com a horizontal, devido a influencia dos esforços cortantes, como mostra na figura 1.

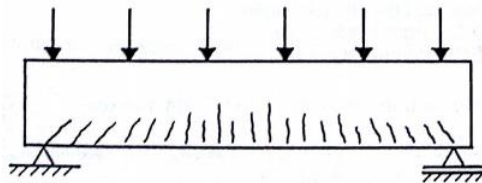


Figura 1: Fissuração típica em viga solicitada à flexão
Fonte: Thomaz (1989, p. 50)

Têm-se as trincas causadas por torção, que segundo Thomaz (1989), podem aparecer em vigas de borda, junto aos cantos das construções, por excessiva ou por recalques diferenciados das fundações. Podem ocorrer também em vigas nas quais se engastam marquises e que não estejam convenientemente armadas à torção. Esse tipo de trinca raramente se manifesta em estruturas de concreto armado, entretanto constitui em tipo característico: as fissuras inclinam-se aproximadamente a 45° e aparecem nas duas superfícies laterais das vigas, como mostrado na figura 2.

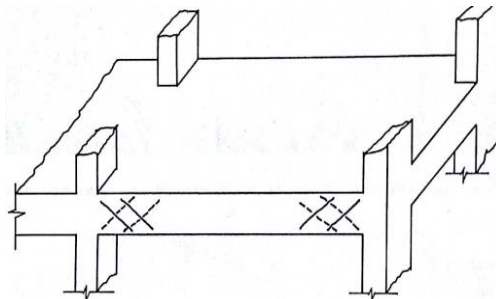


Figura 2: Fissuras provocadas por torção
————— Face anterior
- - - - - Face posterior
Fonte: Thomaz (1989, p. 54)

Trincas em pilares é um caso mais raro, mas fissuras já não são tão raras assim. Para Thomaz (1989), se localizam aproximadamente no terço médio das suas alturas; em função da grande diferença entre o módulo de deformação do agregado gráúdo e o módulo de deformação da argamassa intersticial, esta apresentará deformações bem mais acentuadas, criando-se superfícies de cisalhamento paralelas à direção do esforço de compressão. As fissuras verticais que se manifestam indicam que os estribos foram subdimensionados, de acordo com a figura 3.

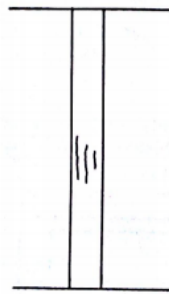


Figura 3: Fissuras verticais no pilar indicando insuficiência de estribos
Fonte: Thomaz (1989, p. 56)

2.2.4 Fissuras Geradas por deformabilidade Excessiva de Estruturas de Concreto Armado

Segundo Valle (2008), vigas e lajes deformam-se naturalmente sob ação do peso próprio, das demais cargas permanentes e acidentais e mesmo sob efeito da retração e da deformação lenta do concreto. Os componentes estruturais admitem flechas que podem não comprometer em nada sua própria estética, a estabilidade e resistência da construção; tais flechas, entretanto, podem ser incompatíveis com a capacidade de deformação de paredes ou outros componentes que integram os edifícios.

A norma brasileira para projeto e execução de obras de concreto armado estipula as máximas flechas permissíveis para vigas e lajes:

1. “as flechas medidas a partir do plano que contém os apoios, quando atuarem todas as ações, não ultrapassarão $1/300$ do vão teórico, exceto no caso de balanços para os quais não ultrapassarão $1/150$ do seu comprimento teórico”;

2. “o deslocamento causado pelas cargas acidentais não será superior a 1/500 do vão teórico e 1/250 do comprimento teórico dos balanços”.

A ABNT NBR 6118:2014 estipula que no cálculo das flechas deverão ser levadas em conta a retração e a deformação lenta do concreto. Se essas recomendações não forem atendidas com devida atenção por parte dos calculistas brasileiros, poderemos presenciar frequentemente casos de fissuras em alvenarias provocadas pelas flechas dos componentes estruturais.

Temos três tipos de trincas em paredes de vedação sem aberturas de portas e janelas:

1. O componente de apoio deforma-se mais que o componente superior, como mostra a figura 4;

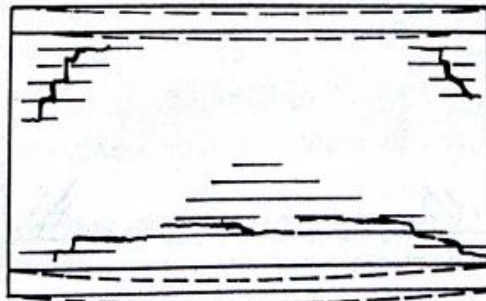


Figura 4: Trincas em parede de vedação: deformação do suporte maior que a deformação da viga superior

Fonte: Thomaz (1989, p. 75)

2. O componente de apoio deforma-se menos que o componente superior, como mostra a figura 5;

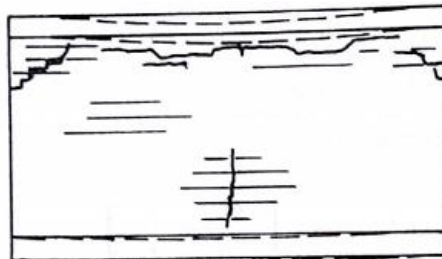


Figura 5: Trincas em parede de vedação: deformação do suporte inferior à deformação da viga superior

Fonte: Thomaz (1989, p. 76)

3. O componente de apoio e o componente superior apresentam deformações aproximadamente iguais, como mostra a figura 6.

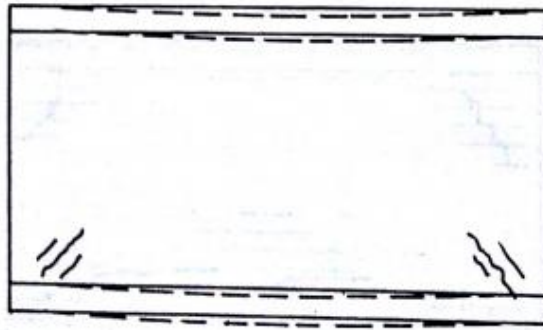


Figura 6: Trincas em parede de vedação: deformação do suporte idêntica à deformação da viga superior

Fonte: Thomaz (1989, p. 76)

2.2.5 Fissuras Causadas por Recalques de Fundação

Thomaz (1989) denomina “consolidação” ao fenômeno de mudança de volume do solo por percolação da água presente entre seus poros. Para os solos altamente permeáveis como as areias, a consolidação e, portanto, os recalques acontecem em períodos de tempo relativamente curtos após serem solicitados; já para os solos menos permeáveis, como as argilas, a consolidação ocorre de maneira bastante lenta, ao longo de vários anos. Mesmo camadas delgadas de argilas entre maciços rochosos estarão sujeitas a esse fenômeno.

“O que se verificam nas pequenas obras são a falta de sondagem e a ausência de um engenheiro de solos para definir a solução ideal. E no caso de ser especificado o uso de sapatas, ele irá recomendar os cuidados necessários” (MARCELLI, 2007, p. 38).

Um dos grandes desafios para a mecânica dos solos é a estimativa dos recalques absolutos que ocorrerão numa fundação. Segundo Thomaz (1989), no caso das trincas o interesse recai quase que invariavelmente nos recalques diferenciados, na falta de indicações mais precisas, a tentativa de quantificá-los admitindo para o solo parâmetros elásticos com valores aproximados; nessa circunstância, supõe-se que os erros cometidos na previsão dos recalques absolutos seriam aproximadamente os mesmos, podendo-se então ter uma ideia do risco da ocorrência de recalques diferenciados na obra.

Alguns modelos de recalques:

- Recalques de sapatas apoiadas em argilas;
- Recalques de sapatas apoiadas em areia;
- Recalques por adensamento de camadas profundas;
- Recalques em tubulações;
- Recalques em estacas.

2.2.6 Fissuras Geradas pela Retração de Produtos à base de Cimento

Segundo Duarte (1998), a maior parcela de retração é causada pela perda d'água que não está quimicamente associada no interior do concreto. Esta perda d'água provoca uma contração dos elementos de concreto do prédio não acompanhada pelas paredes de alvenaria. Assim sendo, paredes localizadas nos últimos andares dos prédios são as mais susceptíveis de serem atingidas pela retração das lajes ou da estrutura de concreto porque a retração se associa com movimentações causadas por variações de temperatura, causando assim fissuras.

Através da trabalhabilidade necessária, os concretos e argamassas normalmente são preparados com água em excesso, o que vem acentuar a retração. Para Valle (2008), é importante distinguir as três formas de retração que ocorrem num produto preparado com cimento:

1. Retração química: a reação química entre o cimento e a água se dá com redução de volume;
2. Retração de secagem: a quantidade excedente de água, empregada na preparação do concreto ou argamassa, permanece livre no interior da massa, evaporando-se posteriormente.
3. Retração por carbonatação: a cal hidratada liberada nas reações de hidratação do cimento reage com o gás carbônico presente no ar, formando carbonato de cálcio.

Para Thomaz (1989), na retração de vigas e pilares de concreto armado, as peças de uma estrutura reticulada de concreto armado poderão ser solicitadas por elevadas tensões provenientes da retração do concreto. Em estruturas aporricadas, a retração das vigas superiores poderá induzir as fissurações horizontais mais extremos.

3 Metodologia

A presente pesquisa se dedicou ao estudo de trincas e fissuras, encontradas em vigas e pilares, desenvolvendo-se através de coleta de dados em edificações com elementos estruturais de concreto armado, por tanto se trata de um estudo de caso. A comparação do material coletado com pesquisas bibliográficas disponíveis também classifica a pesquisa como teórica, que tem como objetivo identificar e analisar fissuras atuantes nos elementos estruturais. A interpretação das informações para prevenção desse tipo de patologia também pode denominar a pesquisa como qualitativa.

Foi utilizada a primeira etapa da metodologia proposta por Lichtenstein (1985), em que consiste na visita in loco, identificando a possível causa, e possíveis soluções, de acordo com os estudos realizados; e foi feito o levantamento fotográfico das edificações onde foram observadas fissuras nos pilares e vigas, como eram muito parecidas, foi selecionada 1 (uma) fissura de cada edifício. Na pesquisa não serão utilizados memoriais, projetos e históricos de materiais utilizados na construção das edificações, já que as mesmas não possuem.

O estudo se passou em 2 (dois) edifícios, ambos localizadas no município da Serra/ES, como mostra as figuras 8 e 9.



Figura 8: Obra 1
Fonte: Google Maps



Figura 9: Obra 2
Fonte: Google Maps

Por meio deste cronograma permitiu-se realizar a análise das patologias, identificando suas localizações, geometria e proporção. E através dos materiais utilizados para estudo possibilitou o entendimento das não conformidades levantadas, e concluir a pesquisa.

4 Resultados e Discussão

São apresentados, através do levantamento fotográfico, os tipos de fissuras mais encontradas nas edificações vistoriadas. A fim de identificar possíveis causas da ocorrência das fissuras, é indicada sua localização na estrutura, sua geometria e então são propostas possíveis soluções para a ocorrência da fissura.

Os dois principais tipos de fissuras encontradas foram fissura vertical em pilares e fissuras horizontais em vigas. O mesmo tipo de fissura foi observado em diversos pilares e vigas das edificações analisadas. O que, possivelmente, mostra um problema geral na estrutura da edificação, e não somente pontual.

4.1 Fissura em pilar

A figura 10 mostra a configuração das fissuras encontradas nos pilares, na obra 2. A fissura é vertical e localiza-se na parte da frente do pilar.

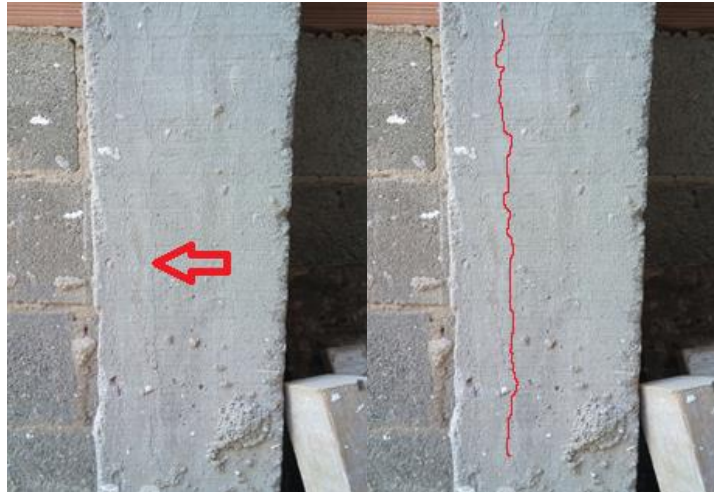


Figura 10: Fissura em pilar, Obra 2
Fonte: Próprio Autor (2017)

Quando o pilar é submetido a cargas além daquelas para qual foi dimensionada, pode estar sujeito a fissuras e trincas. Pilares são dimensionados para suportar determinadas cargas e sobrecargas, estando assim sujeito a manifestações patológicas.

Segundo Oliveira (2012), sobrecargas podem produzir fissuração de componentes estruturais, como em pilares, vigas e paredes. Sobrecargas atuantes podem ocorrer devido à solicitação da peça por uma sobrecarga acima à prevista e podem também ter sido consideradas no projeto estrutural, onde a falha decorra da execução da peça ou do próprio cálculo estrutural.

Para chegar a uma solução, primeiro deve-se fazer uma análise para saber em que grau se encontra a fissura. A fissura da figura é caracterizada como ocorrência, pois sua abertura se encontra entre 0,05 mm e 0,3 mm.

De acordo com Ambrósio (2004), a faixa de variação padrão das aberturas de fissuras segundo os níveis de alerta são:

- Normal: abertura entre 0,05 mm e 0,3 mm (ocorrência);
- Atenção: abertura entre 0,3 mm e 0,7 mm (anomalia);
- Crítico: abertura superior a 0,7 mm (anomalia).

Em seguida devem-se fazer alguns testes para diagnosticar se a fissura é progressiva, se está tendo um aumento da abertura com o passar do tempo, para saber se há ou não necessidade de reforço do pilar. Caso não seja uma fissura progressiva uma possível solução seria a utilização do sistema de injeção. Se for

progressiva, onde as causas não podem ser eliminadas, tornando-as passivas, tratando a trinca ativa como junta móvel, selecionando selante plástico e a junta móvel para absorver a movimentação da trinca ativa (DNIT 083/2006). Abaixo temos como é feito o reforço através do sistema de injeção em estruturas com fissuras passivas e o reforço à base de adesivo epóxi e lamina de fibra carbono para estruturas com fissuras progressivas.

A figura 11 mostra o tratamento para fissura passiva, tanto para fissuras em pilar e viga.



Figura 11: Furo e introdução dos tubos.
Fonte: Metta Construções (2016)

Primeiro é feita a instalação dos bicos de injeção perfuração com ângulo de 45° de inclinação a fim de se atingir o centro da fissura.

Através dos bicos já instalados, o epóxi será injetado através de uma bomba com pressão adequada para o preenchimento com o material em toda extensão da fissura ser tratada (figura 12).



Figura 12: Injeção de epóxis.
Fonte: Metta Construções (2016)

A figura 13 mostra o tratamento para fissura ativa: Exemplo de um pilar com junta de dilatação.



Figura 13: Pilar com fissura ativa tratado com junta de dilatação
Fonte: UNIONTECH (2016)

4.2 Fissura em viga

A figura 11 mostra a configuração das fissuras encontradas nas vigas, na obra 1. A fissura é horizontal e localiza-se na parte superior da viga.



Figura 14: Fissura em viga, Obra 1
Fonte: Próprio Autor (2017)

A viga quando é submetida a uma carga além daquela para qual foi dimensionada, pode apresentar manifestações patológicas, como a fissura. Segundo Flausino (2017), esse tipo de fissura raramente acontece e na maioria dos casos não oferece comprometimento a estrutura. Podem ocorrer devido à sobrecarga ou má execução.

Assim como no pilar, devem-se fazer testes para diagnosticar se a fissura é progressiva, se ela aumenta com o passar do tempo, para fazer um reforço na viga, caso necessário. Se houver a necessidade do reforço na viga, é aconselhável a colocação de um perfil metálico na parte inferior da viga, fixado diretamente nos apoios, ou na própria viga próximo dos apoios (ARIVABENE, 2015).

As fissuras passivas podem ser tratadas da mesma forma que os pilares com fissuras passivas, como exemplifica as figuras 11 e 12.

Já as fissuras ativas podem ser tratadas através da execução de reforço com vigas metálicas, como mostra a figura 15.



Figura 15: Reforço metálico em vigas
Fonte: Global Groups (2009)

5. Conclusão

O trabalho teve como objetivo principal o estudo das principais causas de fissuras e trincas, presentes na estrutura de concreto armado nas edificações e foi feito um estudo de casos onde se observou fissuras em pilar e viga, fazendo o levantamento de possíveis causas e possíveis soluções, portanto mostrou-se satisfatório, pois teve seu objetivo alcançando.

Observou-se que as fissuras podem ocorrer por diversos meios, as vezes por má execução da obra ou por ações da natureza, por isso, devem ser realizadas manutenções periódicas nas edificações.

De acordo com Miotto (2010), é essencial à realização de estudos que buscam avaliar, caracterizar e diagnosticar a ocorrência de danos em edificações, pois são fundamentais para o processo de produção e uso das edificações, permitem

conhecer ações eficientes para atenuar a ocorrência de falhas e problemas, o que tende a melhorar a qualidade geral das edificações e otimizar a aplicação dos recursos.

Por fim, depois de realizar-se o estudo da literatura e do estudo de caso, pode-se ver que mesmo com o avanço tecnológico para melhorar e aperfeiçoar a construção de edifícios, e com mão de obra qualificada, podem surgir fissuras por algum dos motivos já mencionados no artigo, como a falta de fiscalização, mau uso, falta de manutenção e por ação da natureza, por esses motivos devem ser adotados programas eficientes de inspeção e manutenção constante para prolongar a vida útil das construções.

6 Referências

1. ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto**: Procedimentos. Rio de Janeiro, 2014.
2. AMBRÓSIO, Thais da Silva. **Patologia, Tratamento e reforço de estruturas de concreto no metrô de São Paulo**. Trabalho de conclusão de curso: São Paulo, 2004.
3. ARIVABENE, Antonio Cesar. **Patologias em estrutura de concreto armado estudo de caso**. IPOG, MBA gerenciamento de obras, tecnologia e qualidade da construção: Vitória, 2015.
4. CÁNOVAS, Manoel Fernández. **Patologia e terapia do concreto armado**. Tradução de Maria Celeste Marcondes, Carlos W. F. dos Santos, Beatriz Cannabrava. São Paulo: Pini, 1988.
5. COSTA, Yan Nunes Rangel. **Análise e diagnóstico de trincas e fissuras em edificações**. Trabalho de conclusão de curso: Brasília, 2016.
6. DNIT, DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Norma DNIT 083/2006 – ES: Tratamento de trincas e fissuras – Especificação de Serviço**. Rio de Janeiro, 2006.

7. DUARTE, Ronaldo Bastos. **Fissuras em alvenarias: causas principais, medidas preventivas e técnicas de recuperação.** Porto alegre: CIENTEC, 1998.

8. FIGUEIREDO, Enio José Pazini. **Terapia das construções de concreto: metodologia de avaliação de sistemas epóxi destinados à injeção de fissuras passivas das estruturas de concreto.** Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1989.

9. FLAUSINO, Danilo. **Trincas, fissuras e rachaduras: identificação e causas.** Disponível em <https://www.reformweb.com.br/single-post/2017/02/03/TRINCAS-FISSURAS-E-RACHADURAS-IDENTIFICA%C3%87%C3%83O-E-CAUSAS>. Acesso em 12/11/2017.

10. HELENE, Paulo Roberto Lago. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto.** São Paulo: Pini, 1997.

11. LAPA, José Silva. **Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto.** Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais: Belo Horizonte, 2008.

12. LICHTENSTEIN, Norberto Blumenfeld. **Boletim Técnico 06/86: Patologia das Construções.** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: São Paulo, 1986.

13. MARCELLI, Mauricio. **Sinistros na construção civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras.** São Paulo: Pini, 2007.

14. MIOTTO, Daniela. **Estudo de caso de patologias observadas em edificação escolar estadual no município de Pato Branco – PR.** Monografia (Especialização em Construção de Obras Públicas) – Universidade Federal do Paraná: Paraná, 2010.

15. MOLIN, D.C.C.V. **Fissuras em estruturas de concreto armado: Análise das manifestações típicas e levantamento de caso ocorrido no estado do Rio Grande do Sul.** Lume Repositório digital, Rio Grande do Sul, 1988.

16. OLIVEIRA, Gabriel Ferreira de. **Principais manifestações patológicas nas estruturas de concreto**. IPOG, MBA – Projeto, execução e controle de estruturas e fundações. Brasília, 2016.

17. REYGAERTS, J. **Diagnostic des cas de pathologie du bâtiment**. CSTC **Revue**. Bruxelles, 1980.

18. THOMAZ, Ercio. **Trincas em Edifícios: causas, prevenção e recuperação**. São Paulo: Pini, 1989.

19. VALLE, Juliana B. de Senna. **Patologia das alvenarias**. Monografia (Especialização em Tecnologia da Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais: Belo Horizonte, 2008.

20. ZANZARINI, José Carlos. **Análise das causas e recuperação de fissuras em edificações residencial em alvenaria estrutural – Estudo de Caso**. Trabalho de conclusão de curso: Campo Mourão, 2016.