

PATOLOGIA EM CONCRETO ARMADO: AVALIAÇÃO DE CORROSÃO, FISSURAS E MANCHAS

Rebeca Valim Peres

*Bacharelanda do Curso de Engenharia Civil da Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA
(rebecavperes@hotmail.com)*

Suyanne Nunnes Alves Correia

*Bacharelanda do Curso de Engenharia Civil da Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA
(suyanne_alves_@hotmail.com)*

Ana Lúcia Carrijo Adorno

*Professora Doutora do Curso de Engenharia Civil da Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA
(ana.carrijo@unievangelica.edu.br)*

Eduardo Martins Toledo

*Professor Mestre do Curso de Engenharia Civil da Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA
(eduardomtoledo@gmail.com)*

RESUMO

As manifestações patológicas estão relacionadas a falhas decorridas durante a realização de uma ou mais etapas da construção civil, seja no projeto, execução ou na forma de utilização da edificação. Os problemas mais recorrentes em estruturas de concreto armado descritas na literatura são as manchas, trincas, fissuras e corrosão. A qualidade dos serviços de recuperação da infraestrutura depende do diagnóstico adequado e preciso das possíveis causas do advento da patologia, para garantir que, depois de restaurada não haja nova degradação desta. O presente trabalho tem como objetivo identificar as origens e possíveis motivos responsáveis pela manifestação das principais anomalias em estruturas de concreto armado e apresentar prováveis mecanismos de tratamento para recuperá-las. A metodologia empregada no desenvolvimento desta pesquisa consiste em uma revisão de literatura e um estudo de caso, realizado no clube Ipiranga localizado em Anápolis – Goiás, para identificar as disfunções existentes e sugerir intervenções terapêuticas adequadas para cada caso. A construção analisada apresentou diversas manifestações patológicas nos elementos estruturais como trincas, corrosão, manchas e fissuras. As inúmeras falhas presentes nas edificações analisadas poderiam ser evitadas caso houvesse maior cautela em todas as etapas da construção, em projetos detalhados, uso de materiais de qualidade, execução bem-feita e manutenções periódicas, dessa forma, dificultar ou até mesmo procrastinar a necessidade de reforçar a estrutura ou restaurá-la.

PALAVRAS-CHAVE: Patologia. Concreto Armado. Tratamento.

1. INTRODUÇÃO

O concreto é um dos materiais mais utilizados na construção civil. É composto por cimento, areia, pedra (brita) e água, apresentando boa resistência às tensões de compressão, mas baixa resistência à tração. Ao serem adicionadas na sua composição barras de aço que compõem a armadura, recebe o nome de concreto armado, ação que confere ao elemento uma maior resistência à tração.

A NBR 6118 (ABNT, 2014) afirma que as estruturas de concreto devem atender aos requisitos mínimos de qualidade durante sua construção e serviço, seguido das solicitações adicionais definidas entre o autor do projeto estrutural e o construtor. As três premissas mínimas de qualidade são: o desempenho em serviço, a durabilidade e, por fim, a capacidade resistente, que garante a segurança da estrutura em relação à ruptura.

A má qualidade dos materiais ou emprego inadequado dos mesmos, a falta de mão de obra especializada e a ausência de manutenções periódicas durante o uso, são fatores que podem desencadear as patologias. O termo patologia é derivado do grego (*pathos* - doença e *logia* - estudo, ciência), e significa “estudo da doença”. Na construção civil, relaciona-se este termo aos estudos da origem, causa e as consequências dos problemas que podem afetar a qualidade de uma edificação (ARIVABENE, 2015).

Determinadas anomalias são mais comuns nas estruturas de concreto armado, devido à necessidade de cuidados que frequentemente são ignorados, seja no projeto, execução ou até mesmo no uso da edificação. De acordo com Machado (2002), as patologias mais recorrentes nas estruturas de concreto armado são as manchas, trincas, fissura, e corrosão da armadura. Tais distúrbios, devem ser diagnosticados o mais precocemente possível, assim, quanto antes forem tratadas, menor será a perda do desempenho da edificação e mais barato a terapêutica. Ademais se não forem suplantadas de maneira adequada, poderão ocasionar a redução da vida útil, durabilidade e segurança da edificação, o que acarretará em gastos elevados na restauração e benfeitorias.

O concreto armado requer certos cuidados na sua elaboração, visando otimizar a vida útil e desempenho do mesmo. Além do mais, a correta execução envolve estudo do traço, dosagem, manuseio e cura adequada do concreto, bem como a proteção contra agentes agressivos. E, por fim, cabe aos usuários utilizarem a edificação conforme previsto no projeto, com o intuito de manter as características originais ao longo de toda a sua vida útil.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. CONCRETO ARMADO

Segundo Bastos (2006):

O concreto é um material que apresenta alta resistência às tensões de compressão, porém, apresenta baixa resistência à tração (cerca de 10 % da sua resistência à compressão). Assim sendo, é imperiosa a necessidade de juntar ao concreto um material com alta resistência à tração, com o objetivo deste material, disposto convenientemente, resistir às tensões de tração atuantes. Com esse material composto (concreto e armadura – barras de aço), surge então o chamado “concreto armado”, onde as barras da armadura absorvem as tensões de tração e o concreto absorve as tensões de compressão (BASTOS, 2006).

2.1.1. Durabilidade

De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014), item 5.1.2.3, durabilidade “consiste na capacidade de a estrutura resistir às influências ambientais previstas e definidas em conjunto pelo autor do projeto estrutural e o contratante, no início dos trabalhos de elaboração do projeto”. No item 6.1 prescreve que “as estruturas de concreto devem ser projetadas e construídas de modo que sob as condições ambientais previstas na época do projeto e quando utilizadas conforme preconizado em projeto, conservem sua segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante o período correspondente à sua vida útil”.

2.1.2. Vida útil

Isaia (2001) define durabilidade como a resistência de um material ou elemento estrutural à deterioração ou degradação. De outra forma, é a capacidade do material de se conservar ao longo do tempo com a mesma qualidade prevista no projeto.

2.2. PATOLOGIA

Souza e Ripper (2009) define patologia das estruturas como uma área da Engenharia das Construções que se ocupa em estudar as origens, causas, consequências da deterioração das estruturas.

2.2.1. Origem

Todas as construções envolvem três tipos de fases: projeto, construção ou execução e, por fim, a utilização (AZEVEDO, 2011). Em qualquer uma das etapas mencionadas pode ocorrer patologias, e das mais diversas formas. Sintetizando, para cada etapa do processo construtivo, é possível identificar os responsáveis pelas falhas, como demonstrado na Tabela 1:

Tabela 1 - Falhas: origens e responsáveis

Origem da patologia	Responsável pela falha
Fase de projeto	Projetista
Fase de execução	Mão de obra sem qualificação ou fiscalização omissa
Etapa de utilização	Falta de manutenção ou utilização para fins diferentes dos calculados em projeto
Qualidade do material	Fabricante/fornecedor

Fonte: PRÓPRIOS AUTORES

No Quadro 1, Machado (2002) relaciona as manifestações patológicas mais recorrentes, em ordem crescente de ocorrência estatística:

2.2.2. Principais tipos de patologia

2.2.2.1. Infiltrações, manchas, mofo ou bolor e eflorescência

A infiltração ocorre quando a quantidade de água em contato com uma superfície é tão grande que, a mesma flui ou até goteja por meio dessa superfície. A água que fica aderida, resultará no que chamamos de mancha. Bolor ou mofo é definido como sendo a colonização por diversas populações de fungos filamentosos sobre os vários tipos de superfície, os quais originam manchas escuras indesejáveis em tonalidades preta, marrom

e verde, como apresentado na Figura 1. Eflorescência são formações salinas que ocorrem nas superfícies das paredes, trazidas de seu interior pela umidade (ARIVABENE, 2015).

Quadro 1 - Incidência de Manifestações Patológicas

Manifestações Patológicas	Ocorrência
Deterioração e degradação química da construção	7%
Deformações (flechas e rotações) excessivas	10%
Segregação dos materiais componentes do concreto	20%
Corrosão das armaduras do concreto armado	20%
Fissuras e trincas ativas ou passivas nas peças de concreto armado	21%
Manchas na superfície do concreto armado	22%

Fonte: ADAPTADO PELOS AUTORES DE MACHADO, 2002.

Figura 1 - Exemplo de manchas no subsolo de um edifício



Fonte: TECHNÉ, 2010.

2.2.2.2. Fissuras

A fissura “é uma abertura em forma de linha que aparece nas superfícies de qualquer material sólido, proveniente da ruptura sutil de parte de sua massa, com espessura de até 0,5mm”. (VITÓRIO, 2003).

Tipos de fissuras encontradas no concreto armado

a) Fissuras devido à retração plástica

Quando o concreto está no seu estado fresco, ocorre a perda de água exsudada para a superfície, devido à evaporação da mesma, ou perda de água por sucção das formas, ou sucção dos substratos. A remoção desta água forma uma série complexa de meniscos capilares que provocam contração volumétrica da pasta de cimento. Esta contração uma vez restringida, provocará tensões de tração e conseqüentemente fissuração sem formas definidas como mostrado na Figura 2 (NUNES; FIGUEIREDO, 2007).

Figura 2 - Fissura devido a retração plástica



Fonte: TECNOSILBR, 2017.

b) Fissuras devido à retração hidráulica ou por secagem.

A quantidade excedente de água, empregada na preparação do concreto permanece livre no interior da massa, evaporando-se com o passar do tempo consequentemente ocasionando tensões capilares e retração que resulta em esforços de tração causando fissuras, conforme a Figura 3 (VALLE, 2008).

Figura 3 - Fissuras devido à retração hidráulica



Fonte: RIZZO, 2016.

c) Fissuras devido à variação de temperatura

Segundo Marcelli (2007), a mudança de temperatura ocasiona variações dimensionais no concreto, de modo que, se o elemento estiver impedido de se movimentar, essa variação térmica provoca tensões elevadas e consequentemente fissuras, normalmente com um traçado bem definido, como apresentado na Figura 4.

d) Fissuras devido à flexão

A fissura devido à flexão, conforme exemplificada na Figura 5, pode ocorrer devido a diversos motivos, como o mal dimensionamento da viga, aplicação de sobrecarga no decorrer da obra que não foi prevista em projeto, carregamento precoce da estrutura ou por erros de concepção estrutural (KERKOFF, 2017).

Figura 4 - Fissuras devido à dilatação térmica



Fonte: AECWEB, 2017.

Figura 5- Fissuras ocasionadas pela flexão



Fonte: O BLOG DA ENGENHARIA CIVIL, 2015.

e) Fissuras devido ao cisalhamento

As fissuras devido ao cisalhamento são diagonais e ocorrem onde o esforço cortante é máximo, como demonstrado na Figura 6. Elas surgem devido à falta de seção de concreto suficiente ou falta de armadura resistente ao cisalhamento, podem ser ocasionadas na fase do projeto ou na fase execução da viga. As fissuras iniciam-se onde a viga está apoiada e terminam na região onde a carga está sendo aplicada (TRINDADE,2015).

Figura 6 - Fissuras ocasionadas pelo cisalhamento

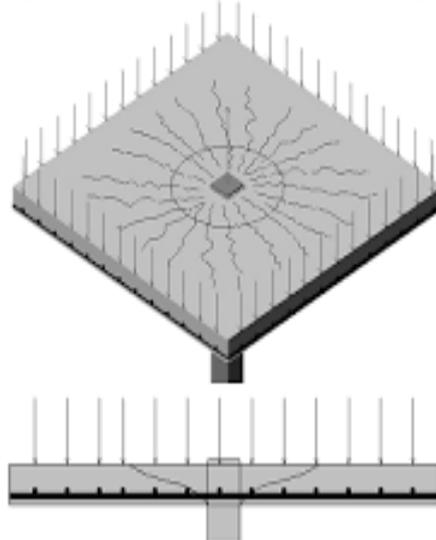


Fonte: O BLOG DA ENGENHARIA CIVIL, 2015.

f) Fissuras devido à punção

Segundo Marcelli (2007), essa manifestação patológica ocorre normalmente em peças estruturais de concreto que estão submetidos a forças pontuais, como é o caso de lajes que se apoiam diretamente em pilares ou vice-versa. Essas fissuras podem ser causadas devido há vários fatores como: carga excedente, concreto com baixa resistência, erros na execução ou armadura insuficiente ou mal posicionada junto aos apoios. A Figura 7 é um exemplo do formato da fissura devido a punção.

Figura 7 - Fissuras devido à punção

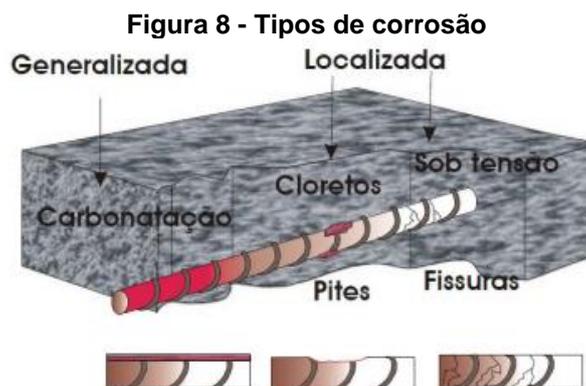


Fonte: GIUGLIANE & VIEGAS, 2013.

2.2.2.3. Corrosão

O processo de corrosão nas armaduras das estruturas de concreto armado, pode ser definida como um processo de degradação da ferragem existente, que conseqüentemente provoca a perda de seção transversal das barras de aço. Por ser um fenômeno expansivo, a corrosão provoca fissuras, trincas, deixando, assim, a armadura exposta aos seus agentes agressivos, o que acelera ainda mais o processo corrosivo (CASCUDO, 2005).

De acordo com Figueiredo (2013) a corrosão das armaduras é caracterizada de diversas formas, sendo elas por corrosão generalizada ou uniforme, localizada, por pite e com formação de fissuras, conforme exemplificado na Figura 8.



Fonte: FERREIRA, 2017.

2.2.3. Mecanismos de tratamento das patologias estruturais

Tratamento de mofo ou bolor

Segundo Santos Filho (2008), o tratamento de mofos e bolores é:

- Executar a limpeza dos substratos contaminados;
- Emprego de soluções fungicidas;
- Utilizar durante o reparo materiais de construção mais resistentes ao bolor, como os materiais fungicidas.

Tratamento da eflorescência

No caso das eflorescências as manchas devem ser retiradas lavando o local com produtos especiais recomendados para esse tipo de problema ou com solução ácida (por exemplo, uma solução de 10% de ácido clorídrico (RESENDE, 2001).

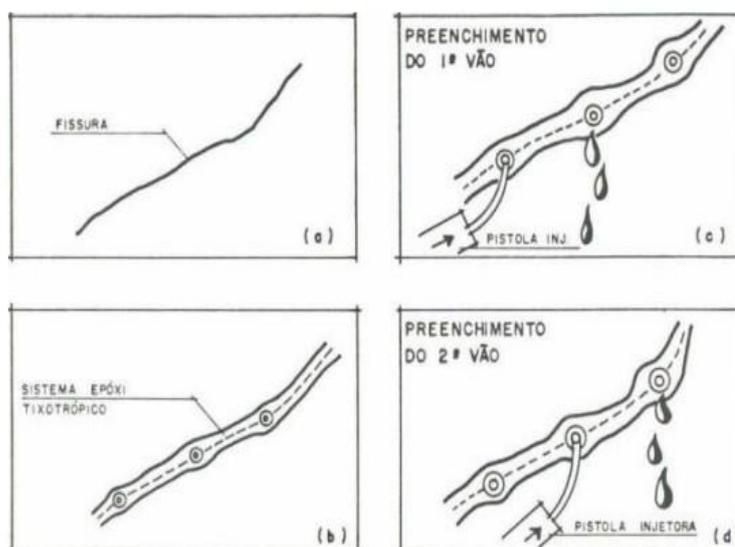
Tratamento da infiltração

No tratamento da infiltração deve-se escarificar o local danificado, limpar e regularizar a superfície. Posteriormente fazer a nova impermeabilização do local com argamassa composta por aditivos impermeabilizantes, ou impermeabilizantes elásticos (LOTTERMANN, 2014).

Tratamento de fissuras

O tratamento mais utilizado para fissura ou trinca na estrutura é a injeção, essa técnica consiste em injetar um material adesivo de baixa viscosidade, que após estar endurecido permite recuperar as propriedades originais da estrutura, conforme exemplificado na Figura 9 (QUESADA, 2003).

Figura 9 - Procedimento de injeção de fissuras.



Fonte: FIGUEIREDO, 1989.

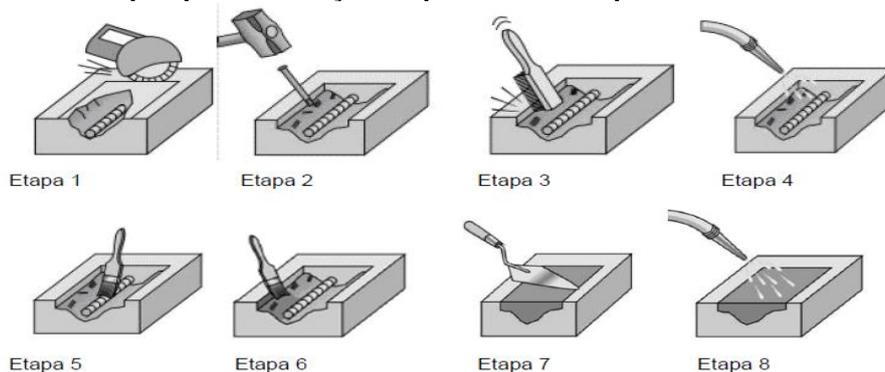
Tratamento da corrosão

No método de tratamento do aço, primeiramente, deve-se efetuar limpeza de toda armadura oxidada para remover óleos, graxas, e qualquer indício de oxidação, utilizando-se do procedimento de escovação manual ou por jato de areia (GONÇALVEZ, 2015).

Depois da limpeza da ferragem, deverá ser avaliado se existe a necessidade de substituição de alguma parte da ferragem afetada, ou ainda, a adição de armadura na superfície corroída, devido à possível redução na seção da mesma (MARCELLI, 2007).

Soares e col. (2015) se a perda de seção da barra for de até 10%, primeiramente deve ser feita uma limpeza correta em toda base, criando uma superfície aderente e marcando as áreas não danificadas ou não aderidas. Logo depois, retira-se todo o concreto, para que possa realizar a limpeza da ferragem oxidada e recobri-la com tintas anticorrosivas, e por fim preencher novamente a seção com um novo concreto. Entretanto, se a perda for maior que 10%, corta-se a parte da barra danificada, repõem-se com uma nova e amarra a um trecho íntegro da barra antiga. A Figura 10, sintetiza de maneira objetiva as etapas de restauração de uma armadura:

Figura 10 - Etapas para realização de processo de reparo estrutural da corrosão



Fonte: MEDEIROS (2008).

2.2.4. Medidas preventivas para evitar as patologias

Fase de projeto

Nessa etapa serão elaboradas todas as definições, ela é a base para as fases subsequentes. Consequentemente, se esse passo for mal realizado pode comprometer a qualidade de todo o restante.

É primordial que todos os projetos estejam bem detalhados, de forma que seja possível a fácil interpretação dos mesmos, não deixando brechas para leituras e interpretações inadequadas. A especificação dos materiais que serão utilizados possibilita avaliar se o desempenho, durabilidade, e custos irão atender o que foi inicialmente idealizado pelo projetista (OLIVEIRA, 2013).

A compatibilização dos projetos estruturais, de arquitetura, e instalações terão grande influência na qualidade final da obra, sendo de extrema importância que seus detalhes não sejam desconsiderados, para que não gere problemas durante a etapa de execução da obra (OLIVEIRA, 2013).

Fase de execução

Os engenheiros responsáveis pela obra devem seguir o projeto minuciosamente e respeitar todas as diretrizes que o mesmo fornece, tais como: escalas, medidas e a

localização dos elementos estruturais, evitando que futuramente surjam patologias. Outro fator que deve ser analisado nesta etapa é a qualidade da mão de obra do quadro de funcionários. É comum ocorrerem erros que geram patologias quando se usa mão de obra desqualificada (TRINDADE, 2015).

O não cumprimento das especificações do projeto devido a erros de interpretação, o uso de materiais de baixa qualidade, e falhas no emprego dos mesmos, podem gerar problemas patológicos nessa fase como, por exemplo: problemas de caimento, formação de flechas excessivas, desnivelamento de pisos e paredes, infiltrações, qualidade do concreto, montagem de fôrmas, entre outros (PINA, 2013).

Fase de manutenção

Após ser concluída a execução da estrutura, cabe ao seu usuário utilizá-la conforme foi projetada, com o intuito de manter as características originais ao longo de toda a sua vida útil. A eficiência relaciona-se tanto com as atividades de uso, como, por exemplo, garantir que a edificação não seja utilizada para fins não projetados, quanto com as atividades de manutenção periódica, já que o desempenho da estrutura tende a diminuir ao longo da sua vida útil (ANDRADE; SILVA, 2005).

3. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi realizado através de um levantamento fotográfico sobre as principais patologias encontradas no Clube Ipiranga localizado na cidade de Anápolis – Goiás (Figuras 11 e 12).

O Clube Ipiranga está localizado em um bairro residencial, Jundiá e conta com 48 mil m² de área. É um parque recreativo, no qual, se encontra dividido entre uma área destinada à preservação florestal e à visita ou recreação. Os visitantes dispõem de quadras de vôlei, futebol, piscina que atualmente se encontra desativada e pista para caminhada. O local está abandonado há cerca de dez anos, por esse motivo, a estrutura se encontra em um estado deplorável.

Figura 11 - Localização do Clube Ipiranga



Fonte: GOOGLE

Figura 12 - Fachada da estrutura analisada



Fonte: PRÓPRIOS AUTORES.

3.1. AVALIAÇÃO E PROPOSTAS DE INTERVENÇÕES PARA MANUTENÇÃO

O critério de escolha da edificação está vinculado ao fato desta ser executada em concreto armado. A partir das inspeções visuais e fotográficas, será realizada a análise das vigas e lajes degradadas devido as patologias existentes e a indicação das prováveis causas, juntamente com a descrição do mecanismo de ocorrência de cada manifestação patológica.

Caso 1 - Corrosão

A escada mostrada na Figura 13 apresenta uma aparente fragmentação do concreto, com desprendimento da camada de cobertura, além de apresentar armaduras expostas. Segundo Saliba Junior (2008) a corrosão das barras de aço é mais recorrente do que qualquer outro tipo de degradação das estruturas de concreto armado, comprometendo tanto a segurança, quanto a estética da construção. Por ser um fenômeno expansivo, a corrosão provoca fissuras, trincas e até a fragmentação do concreto e sendo sempre oneroso o seu tratamento.

Figura 13 - Exemplo de corrosão das armaduras na escada



Fonte: PRÓPRIOS AUTORES.

Conforme Martins (2016) as prováveis causas que ocasionaram a corrosão das armaduras são:

- Concreto de baixa resistência;
- Cobrimento insuficiente;
- Alta taxa de permeabilidade (porosidade) do concreto, contribui para a penetração de agentes agressivos que deteriora a armadura;
- Manutenção precária;
- Intempéries, por exemplo, o contato com água residuais e o excesso de umidade.

Segundo Olivari (2003) as etapas que compreendem os reparos das armaduras são apresentadas a seguir:

- Realizar a escarificação de todo o concreto contaminado, com jato d'água ou areia ou ferramentas manuais;
- Verificar o comprometimento das barras de aço. Analisar se houve perda de mais de 10% da seção da barra. Caso tenha perdido, é necessário realizar o grampeamento das novas barras de aço;
- Realizar a pintura e o acabamento adequado na armadura tratada e a suplementar.

Caso 2 – Mancha

As manchas na superfície do concreto modificam a sua textura e regularidade de coloração, acarretando prejuízos estéticos e ainda sendo capaz de gerar o desenvolvimento de patologias mais graves, ou intensificar aquelas já existentes. A Figura 14 apresenta manchas escuras nas vigas e lajes.

Figura 14 - Exemplo de manchas em vigas e lajes.



Fonte: PRÓPRIOS AUTORES.

De acordo Martins (2016) os prováveis motivos para a eclosão dessas patologias são:

- Aglomeração de água e infiltrações estimulando a proliferação de microrganismos, implicando no aparecimento de bolor, sendo intensificado principalmente pela ausência de conservação das estruturas;
- Alta permeabilidade do concreto;
- Fissuras na superfície do concreto contribuindo para a passagem de água.

O tratamento desta patologia conforme Conti (2009) é a erradicação de qualquer tipo de infiltração, caso seja preciso, a impermeabilização. Sequentemente, deve-se aplicar um preparador na superfície e finalizar com tinta de acabamento adequada.

Caso 3 - Fissura

A Figura 15 apresenta fissuras encontradas na viga. A fissura é horizontal e está localizada na parte inferior da viga. Segundo Souza e Ripper (2009), as fissuras chamam a atenção dos proprietários, para o fato de que algo anormal pode vir a acontecer.

Figura 15 - Exemplo de fissura em viga



Fonte: PRÓPRIOS AUTORES.

Conforme Flausino (2017), a fissura horizontal esporadicamente ocorre e na maioria das vezes não possibilita comprometimento da estrutura. Um dos motivos para a ocorrência dessa anomalia é a sobrecarga ou má execução da edificação.

As fissuras podem ser ocasionadas em uma estrutura de concreto armado pelos mais diversos motivos e para que se consiga discernir com exatidão a causa e origem, é fundamental fazer testes para determinar se as fissuras são ativas - fissuras que contêm variação de abertura -, ou passivas - aquelas que não possuem variação de abertura. Logo após a correta identificação, deve determinar as metodologias e procedimentos adequados para o seu tratamento (SOUZA & RIPPER, 2009). Existem aparelhos que possibilitam medir a variação dessas aberturas, por exemplo, o fissurômetro, conforme apresentado na Figura 16.

Figura 16- Exemplo de fissurômetro



Fonte: ECIVILNET.

Segundo Olivari (2003), o tratamento empregado para o reparo de fissuras consiste em:

- Preparar e limpar devidamente as fissuras;
- Injeção de resina epóxi para restaurar a fissura e proteger as barras de aço.

3.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A edificação averiguada, supracitada, apresentou inúmeras patologias nos elementos estruturais como vigas, pilares e lajes. As fissuras e a corrosão foram às anomalias mais recorrentes encontradas no Clube Ipiranga do município de Anápolis-GO.

As construções analisadas apresentaram problemas devido às infiltrações e umidade nas vigas, lajes e pilares. Essas patologias causam desconforto ao proprietário, devido à ausência de estética, instabilidade estrutural, além de demandarem uma maior atenção por causa da probabilidade de propagação de tais adversidades.

Diante do exposto, após a realização da visita, análise e identificação das patologias estruturais, a determinação da intervenção deverá ser adotada em função de fatores técnicos e econômicos, por exemplo, a eficiência do tratamento, mão-de-obra especializada, custos, controle da qualidade dos materiais e de todas as demais atividades envolvidas.

Ao se tratar das propostas de intervenção recomendadas, conforme mencionadas no estudo de caso, pode-se concluir que são apropriadas para restaurar as patologias identificadas na estrutura analisada. No entanto, a realização de manutenções frequentes asseguraria a preservação da estrutura. Assim, a edificação requer uma avaliação constante de profissionais especializados na área, para garantir a funcionalidade, vida útil, durabilidade e estética da estrutura.

4. CONCLUSÃO

Apresentou-se por meio deste trabalho um estudo sobre as anomalias nas estruturas de concreto armado, mediante um levantamento das principais manifestações patológicas que deterioram essas, bem como apontou as origens, causas e os principais tratamentos para que a recuperação dos elementos danificados seja executada de forma eficiente. O estudo de caso foi realizado no Clube Ipiranga no município de Anápolis, com o objetivo de identificar as causas e propor estratégias de tratamento para a restauração dos problemas encontrados.

A contratação de mão de obra desqualificada, falta de acompanhamento de um profissional especializado, utilização de material de baixa qualidade, uso incorreto da estrutura pelo proprietário em conjunto com a falta de manutenção, são os fatores mais recorrentes que causam as patologias estruturais.

Diante do exposto, são inúmeros os problemas que ocorrem nas estruturas e poderiam ser impedidos caso houvesse maiores ponderações na concepção e especificação dos projetos, no uso dos materiais, utilização apropriada da estrutura e na sua manutenção periódica, podendo assim impossibilitar ou mesmo postergar a necessidade de reforçar a armação em concreto ou restaurá-la. Constata-se também que a correta escolha do tratamento a ser empregado em uma recuperação estrutural, é que necessariamente vai assegurar o sucesso do trabalho realizado, pois a medida seleção da terapêutica errada pode acarretar na piora do quadro e assim, gerar ainda mais gastos.

REFERÊNCIAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 6118. **Projeto de estruturas de concreto — Procedimento**, 2014.

AEC Web. **Fissuras no concreto podem ser decorrentes do calor**. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/fissuras-no-concreto-podem-ser-decorrentes-do-calor_8579_0_1>.

ANDRADE, T.; SILVA, A. J. C. **Patologia das Estruturas**. In: ISAIA, Geraldo Cechella (Ed.). **Concreto: ensino, pesquisa e realizações**. São Paulo: IBRACON, 2005.

ARIVABENE, Antônio César. **Patologias em estrutura de concreto armado estudo de caso**. Monografia (MBA gerenciamento de obras, tecnologia e qualidade da construção) - Instituto de pós-graduação IPOG, 2015.

AZEVEDO, Minos Trocoli. **Concreto: Ciência e Tecnologia**. São Paulo: IBRACON, 2011.

BASTOS, P. S. S. **Fundamentos do Concreto Armado – Notas de Aula**. UNESP. Bauru, São Paulo, 2006.

BASTOS, P. S. S. **Fundamentos do Concreto Armado – Notas de Aula**. UNESP. Bauru, São Paulo, 2006.

CASCUDO, O. **Inspeção e Diagnóstico de Estruturas de Concreto com Problemas de Corrosão da Armadura**. In.: **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações**. Editor: Geraldo Cechella Isaia. São Paulo: IBRACON, 2005.

FERREIRA, Leonardo Almeida. **Patologia Estrutural-Corrosão**. Instituto de pós-graduação IPOG, 2017

FIGUEIREDO, Enio J. Pazzini. **Terapia das construções de concreto: Metodologia de avaliação de sistemas epóxi destinados à injeção de fissuras passivas das estruturas de concreto**. Porto Alegre, 1989. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/1335>>.

FIGUEIREDO, Enio Pazini; MEIRA, Gibson. **Corrosão das armaduras das estruturas de concreto**. (Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción - ALCONPAT Int). Boletim Técnico, 06. 2013.

GIUGLIANE, Eduardo; Viegas, F.B. **Atualização em sistemas estruturais**. Disponível em<http://www.politecnica.pucrs.br/professores/giugliani/PG_PRODUCAO_CIVIL_-_Atualizacao_de_Sistemas_Estruturais_-_6a_Edicao.2013/AULA_03_-_PPG_CIVIL_2013.pdf>.

GONÇALVES, E. A. B. **Estudo de Patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações**. Projeto de Graduação (Engenharia Civil), Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

ISAIA, G. C. **Durabilidade do concreto ou das estruturas de concreto**. Workshop sobre durabilidade das construções. São José dos Campos, 2001.

LOTTERMAN, A. F. **Patologias em estruturas de concreto: estudo de caso**. Ijuí/RS. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Departamento de ciências exatas e engenharias. Curso de Graduação em Engenharia Civil. 2014.

MACHADO, Ari de Paula. **Reforço de estruturas de concreto armado com fibras de carbono**. São Paulo: Pini, 2002.

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

MEDEIROS, Marcelo H. F. **Corrosão do concreto é causada por umidade e gases nocivos**. Revista digital AECweb, Brasília. Disponível em: <http://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/corrosao-do-concreto-e-causada-por-umidade-e-gases-nocivos_6412_0_1>.

NUNES, N. L.; FIGUEIREDO, A. D. **Retração do concreto de cimento Portland**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

OLIVEIRA, Alexandre Magno. **Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações**. 2012.

PINA, Gregório Lobo de. **Patologia nas habitações populares**. Rio de Janeiro, 2013.

RESENDE, M. M. **Apostila patologia dos revestimentos de argamassa**. São Paulo, maio de 2001.

RIZZO, Donária. **Laudos e Perícias – Fissuras**. Disponível em: <<http://r3eng.com.br/r3/?page-id=945>>.

SANTOS FILHO, L. M. **Apostila patologia das construções**. Curitiba, outubro de 2008.

SOARES, F.P.A; VASCONCELOS, T.L.; NASCIMENTO.C.B.F. **Corrosão em armaduras de concreto**. Maceió, 2015.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. 1. ed. São Paulo: PINI, 2009 255p.

TÉCHNE. **Conheça as principais causas de patologias de concreto provocadas por elementos químicos presentes no ar e na água**. Disponível em <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/160/doencas-concretas-conheca-as-principais-causas-de-patologias-de-287763-1.aspx>>.

TECNOSILBR. **Retração do concreto: o que é e como minimizá-la**. Disponível em:<<http://www.tecnosilbr.com.br/conteudo/?p=70>>.

TRINDADE, Diego dos Santos da. **Patologia Em Estruturas De Concreto Armado**. 2015. Trabalho De Conclusão De Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Centro De Tecnologia, Universidade Federal De Santa Maria, Santa Maria, 2015.

TRINDADE, Diego dos Santos da. **Patologia Em Estruturas De Concreto Armado**. 2015. Trabalho De Conclusão De Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Centro De Tecnologia, Universidade Federal De Santa Maria, Santa Maria, 2015.

VALLE, J. B. S. **Patologia das alvenarias: causa, diagnóstico e previsibilidade.** Monografia (Especialização em Tecnologia da Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008.

VITÓRIO, Afonso. **Fundamentos da patologia das estruturas nas perícias de engenharia.** Recife, 2003.