

MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA E TERAPIA DE ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO

KÊNIA ARAÚJO DE LIMA SCARIOT ¹
WILLIAM PANTANO DA SILVA ²

RESUMO: Apesar da evolução dos materiais tecnológicos na construção civil, em quase todas as obras encontram-se manifestações patológicas, devido a vários fatores, entre eles pode-se destacar: Projetos mal elaborados, materiais de baixa qualidade e a falta de controle durante as etapas de execução da obra. O presente estudo apresenta um conteúdo sobre a vida útil do concreto armado, quando ocorre uma manifestação patológica e sua perda de durabilidade que também é afetada. No entanto, ver-se-á que qualquer material pertencente a uma obra necessita de um cuidado especial e, que deve sempre receber manutenção, para que possa evitar acidentes maiores. As manifestações patológicas presentes no concreto, motivaram a realização deste Trabalho de Conclusão de Curso, com o objetivo de prever futuras degradações no concreto armado e, até mesmo, evitá-las e tratá-las. O trabalho trouxe uma investigação patológica em duas obras na cidade de Sinop, diagnosticando os problemas, por meio de inspeção visual. A obra residencial (A) foi diagnosticada com corrosão de armadura e algumas fissuras, já na obra referente a uma instituição de ensino (B) foi encontrado fissuras de maior dimensão e um grau elevado de corrosão de armadura, fato esse que deixou a estrutura comprometida. A sugestão terapêutica apresentada para ambas as obras foi a retirada do concreto da área afetada e a realização de limpeza do local, além da necessidade de remoção da oxidação da armadura e após isso, deve ser feito a concretagem da estrutura, respeitando o cobrimento mínimo de acordo com a ABNT (2014) NBR 6118.

Palavras chave: Construção; Defeitos estruturais; Durabilidade.

PATHOLOGICAL MANIFESTATION AND THERAPY OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURE

ABSTRACT: Despite the evolution of technological materials in civil construction, in almost all works there are pathological manifestations, due to several factors, among them we can highlight: Poorly elaborated projects, low quality materials and lack of control during the stages of execution of the work. The present study presents content on the useful life of reinforced concrete, when a pathological manifestation occurs and its loss of durability is also affected. However, it will be seen that any material belonging to a work needs special care and that it must always receive maintenance, in order to avoid major accidents. The pathological manifestations present in the concrete, motivated the accomplishment of this Course Conclusion Work, with the objective of predicting future degradations in the reinforced concrete and, even, avoiding and treating them. The work brought a pathological investigation

¹ Professora Mestre em Engenharia Civil e Ambiental, Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Sinop – FASIPE, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: keniaaraujolima@hotmail.com

² Acadêmico de Graduação, Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Sinop – FASIPE, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: willianpantano@hotmail.com

in two works in the city of Sinop, diagnosing the problems, through visual inspection. The residential work (A) was diagnosed with corrosion of reinforcement and some cracks, while in the work referring to an educational institution (B) larger cracks and a high degree of corrosion of reinforcement were found, a fact that left the structure compromised. The therapeutic suggestion presented for both works was the removal of the concrete from the affected area and the cleaning of the place, in addition to the need to remove the oxidation of the reinforcement and after that, the structure must be concreted, respecting the minimum coverage of according to ABNT (2014) NBR 6118.

Keywords: Construction; Structural defects; Durability.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo de toda a história da construção civil ocorreram muitas mudanças, tanto nos materiais como nos métodos construtivos, os quais serviram para aperfeiçoar as construções, levando-se à melhoria da segurança, bem como, o aumento da sua vida útil, entretanto, o ideal seria que, mesmo com o passar dos anos, a estrutura se desgastasse o mínimo possível.

Todas as estruturas de concreto possuem sua validade, portanto dependem de cuidados, desde seu planejamento e construção, até mesmo, nas manutenções programadas, para garantir a integridade dos elementos e materiais que a compõem (FUSCO, 2008).

Deve-se dar a devida atenção no acompanhamento a determinadas obras, para que se evite a ocorrência de manifestações patológicas no concreto armado. Para tanto, pode-se fazer uso de algumas técnicas, no sentido de prevenção (SANTOS, 2014).

Dessa forma, é importante que se faça um estudo detalhado das estruturas, principalmente, se permaneceram há algum tempo expostos a ambientes agressivos, ou até mesmo, em construções que tiveram contato constante com água, como por exemplo, o caso de pontes e reservatórios, que podem ficar gravemente danificados, reduzindo-se bruscamente, sua durabilidade (SANTOS, 2014).

A presente pesquisa teve como objetivo avaliar visualmente duas edificações, sendo uma residencial e a outra uma instituição de ensino, no intuito de identificar alguma manifestação patológica, e analisar quais os possíveis danos, bem como recuperar suas estruturas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Concreto armado

Um dos diversos fatores que levou à união do aço e do concreto, foi o aumento de eficiência no quesito de tração, visto que o concreto, por si só, é um ótimo material. Entretanto, sua maior vantagem seria a de compressão, enquanto a mistura de concreto com o aço, torna sua eficiência melhorada, tanto na tração como na compressão, visto que o aço possui maior resistência aos esforços de tração. A mistura desses dois materiais, que é chamada de concreto armado, possui uma vasta aplicação na área de construção civil (NITA, 2006).

Segundo Pedroso (2009), o concreto é o material mais utilizado da construção civil, o qual é composto por cimento, agregados graúdos e agregados miúdos, que são, respectivamente, a pedra e a areia, além do cimento e da água, que juntos formam um aglomerante, bem como, compõem o concreto. Quando misturados, esses elementos se tornam

uma liga, que pode ser moldada de diversas formas. A estimativa de consumo do concreto, é de 11 bilhões de toneladas por ano.

Um dos fatores que justifica a vasta utilização do concreto é o fato dele ser um material com boa resistência mecânica à compressão, sendo capaz de suportar elevadas cargas, podendo receber aditivos em sua composição, os quais são substâncias químicas adicionadas ao concreto em seu estado fresco, alterando suas propriedades, no sentido de adequar o material às necessidades de cada obra (NITA, 2006).

O concreto tem duas principais vantagens sobre outros materiais, uma delas é a resistência à água, quando comparado com madeira ou aço, que possuem pouca resistência em contato com a água. A segunda, é a facilidade para encontrar seus elementos constituintes, por um preço bem acessível no mercado, quando comparado ao aço, por exemplo (COUTO, 2007).

O concreto armado possui, como qualquer outro material, suas vantagens e desvantagens. Dentre as principais vantagens, está a facilidade para a aquisição do material, visto que a matéria prima possui um preço relativamente baixo, além de contar com uma grande rapidez na hora da construção e, a facilidade para moldar, tomando várias formas diferentes. Outra vantagem, é sua durabilidade e impermeabilidade, se for dosada da forma correta, além de ser muito resistente ao fogo, vibrações e choques (COUTO, 2007).

2.2 Patologia e manifestação patológica

Um bom exemplo de manifestação patológica, é a fissura encontrada em uma estrutura de concreto armado, a esse problema, denomina-se de mecanismo de degradação ou doença na estrutura, que pode ser um problema interno, como corrosão na armadura, ou até mesmo, deformação excessiva da estrutura. A patologia, é a ciência que estuda essa fissura ou problemas que podem ser encontrados em edificações (HELENE, 2007).

Os termos patologia e manifestação patológica são muito recorrentes, quando se fala em construção civil, por ser algo, muitas vezes, feito de forma manual e, com falta de mão de obra qualificada (OLIVEIRA, 2013).

A patologia no ramo de construção civil é um estudo de possíveis doenças que podem ser encontradas no concreto, ou seja, é uma ciência que tem a função de estudar os tipos de doenças e anomalias nas estruturas (MIKALDO JR, 2007).

As manifestações patológicas, em alguns casos, podem ser tratadas e recuperadas sem comprometer a vida útil do concreto, já em outras situações mais críticas, mesmo efetuando o tratamento na estrutura, não lhe proporcionará a devida segurança, tornando-se mais viável construí-la novamente (OLIVEIRA, 2013).

Segundo a ABNT (2013) NBR 15575, todas as estruturas necessitam de vida útil de, no mínimo, 50 anos, ou seja, mesmo se não houver manutenção correta, é necessário mantê-las inteiras e seguras, cumprir a durabilidade proposta. Após esse período, a obra necessitará de manutenções frequentes, para que não ofereça risco algum a quem dela se utiliza.

A principal medida para o tratamento correto de uma manifestação patológica, é descobrir qual sua origem, para saber qual o tratamento correto, pois algumas vezes, pode ser bem visível e, em outras nem tanto, como por exemplo, quando ocorre a corrosão da armadura no concreto armado, o aço tende a se expandir, causando fissuras no concreto, causando, até mesmo, deslocamentos de concreto, que é o processo de soltura do concreto da armadura. No entanto, quanto mais cedo se descobrir qual a doença presente no concreto e, o quanto antes se fizer o tratamento, maiores as chances de uma boa recuperação da estrutura e, menor o custo para fazer os reparos e manutenções necessárias (PAULA, 2016).

A manifestação patológica pode ter início desde as etapas iniciais da obra, tanto no projeto como na execução, tomando maiores proporções no decorrer de sua conclusão e utilização. A causa é associada a um agente responsável por desencadear a doença na estrutura,

que pode ser rapidamente elevada e causar, até mesmo, outras doenças em partes diferentes das estruturas (HELENE, 2007).

Segundo Helene (2007), existem três conceitos que são fundamentais quando diz respeito à manifestação patológica que são eles: origem, causas e, por fim, e não menos importante, o mecanismo.

A origem da doença se dá, desde o início até o decorrer da construção de determinada edificação, pois o problema pode ser gerado pelo projeto, baixa qualidade dos materiais utilizados, planejamento, bem como a execução e mão de obra não qualificada. Todas essas fases da construção podem acarretar o início de manifestação patológica em uma edificação (FUSCO, 2008).

O Gráfico 1 indica as origens de principais incidências de manifestações patológicas no Brasil.

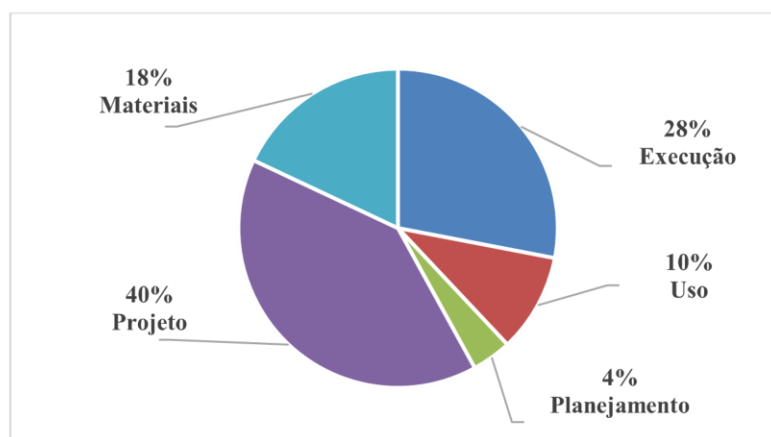


Gráfico 1: Gráfico com as principais origens de manifestações patológicas em relação às etapas da produção e uso das obras civis.

Fonte: Adaptado de Grunau, (1981) apud Helene, (1992).

São diversas as manifestações patológicas ocorridas em estruturas de concreto armado, porém, as que possuem maiores incidências são as fissuras, eflorescência, corrosão da armadura de aço e deterioração do concreto armado (HELENE, 2007)

2.3 Fissuras

Fusco (2008) afirma que as fissuras podem ter início desde as fases iniciais das obras, sendo as manifestações patológicas mais comuns e mais frequentes. Apesar de parecer um pequeno problema estético, as fissuras podem causar, também, problemas na durabilidade e nas características estruturais das obras, além de acarretar aumento gradativo nessa fissura, com o passar dos anos.

Existem dois tipos de fissuras em alvenarias: as fissuras geométricas e as mapeadas. Segundo Fusco (2008), as fissuras geométricas podem ocorrer, tanto em elementos de alvenaria, quanto em juntas de assentamento, já as fissuras mapeadas são formadas por retração da argamassa, tendo formato de “mapas”.

A Figura 1 indica as fissuras que podem ocorrer de forma ativa ou passiva, sendo as ativas subdivididas em sazonais ou progressivas. As sazonais são aquelas que possuem variações sensíveis de abertura e de fechamento e não apresentam riscos reais a estrutura, entretanto, as progressivas têm seu tamanho aumentado com o passar do tempo, podendo gerar riscos para segurança da estrutura, com perda de durabilidade (CORSINI, 2010).



Figura 1: Classificação de fissuras
Fonte: Sahade apud Corsini (2010)

O Gráfico 2 indica as principais causas de fissuras em uma construção e suas respectivas incidências.

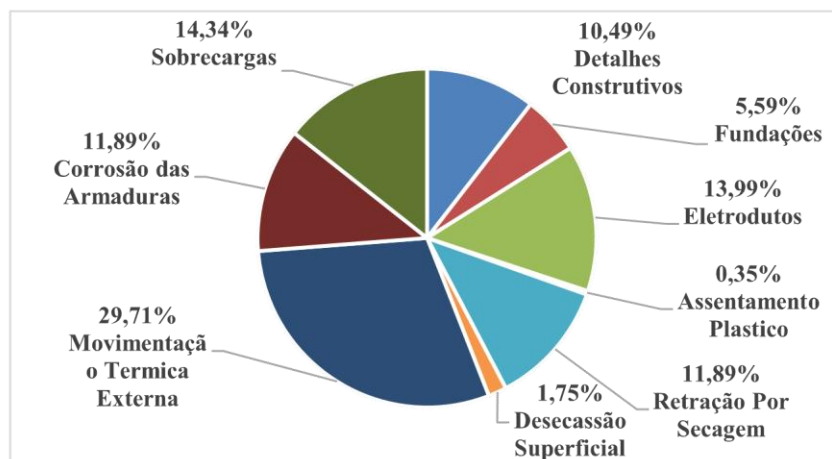


Gráfico 2: Principais causas de fissuras em uma estrutura
Fonte: Adaptado de DAL MOLIN 1998

De acordo com os dados apresentados no Gráfico 2, observa-se que as principais causas de fissuras nas edificações, relacionam-se à movimentação térmica externa, fato esse que dependerá do material utilizado na obra.

2.4 Corrosão da armadura de aço

Segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas, a corrosão de armadura é uma das manifestações patológicas com maior frequência em edificações, por conta desse fator deve-se ter atenção redobrada, para que não isso não ocorra, pois o concreto armado é um dos responsáveis por suportar todo o peso de uma construção. A corrosão da armadura pode acarretar fissuramentos e, até mesmo, deslocamentos do concreto deixando a armadura exposta ao ambiente (OLIVEIRA, 2013).

A corrosão é um processo pelo qual um material possui as suas características físicas e químicas alteradas, por conta da ação desse ambiente. Entre os vários elementos que compõem o meio, está a atmosfera. Essa camada de ar possui vários componentes que se interagem com os materiais, provocando esse fenômeno, que traz vários riscos e prejuízos à estrutura (MARCELLI, 2007).

A corrosão na armadura, geralmente é relacionada à presença de teores de íons de cloreto do concreto, ou com uma diminuição no seu PH (potencial hidrogeniônico), devido a alguns compostos presentes no ar atmosférico, como por exemplo, o dióxido de carbono (OLIVEIRA, 2013).

A armadura de aço, quando entra em contato com ambientes agressivos, torna-se sujeita à corrosão, que pode acontecer de duas formas: a corrosão eletroquímica, que é aquosa

e a corrosão química, que é seca. A corrosão eletroquímica ocorre quando as estruturas entram em contato com soluções aquosas, enquanto a corrosão química, é um processo mais lento e não provoca deterioração superficial a superfícies metálicas (MEDEIROS, 2011).

O aço do concreto armado é protegido pelo cobrimento de concreto, que é feito para revestir toda a armadura, variando sua espessura de acordo com a agressividade do ambiente. ABNT (2014) NBR 6118.

A falta de cobrimento ou o cobrimento insuficiente é muito comum nas obras, o que é extremamente prejudicial à estrutura, pois a entrada de água na armadura pode gerar uma corrosão, fazendo com que passe por um processo de inchaço e, comece a gerar fissuras no concreto, bem como destacamentos (MEDEIROS, 2011).

As figuras 2 e 3 representam algumas das manifestações patológicas mais comuns encontradas em construções de alvenaria, as quais propiciam o aparecimento da corrosão nas armaduras.



Figura 2: Fissuras no concreto

Fonte: Chico (2012)

A Figura 2 apresenta uma fissura na estrutura, que pode tomar maiores dimensões se não houver correção adequada.



Figura 3: Corrosão de Armadura de aço no concreto

Fonte: Arquitetura, engenharia e construções (2012)

A Figura 3 apresenta um processo avançado de corrosão de armadura, onde o concreto começa a se descolar da armadura.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo teve como objetivo, a pesquisa e coleta de dados de manifestações patológicas, em estruturas de concreto armado, encontrado em duas obras específicas.

O trabalho realizou-se mediante uma revisão de literatura sobre manifestações patológicas em estruturas de concreto armado e, logo após foram realizadas visitas nas obras a serem inspecionadas (obra residencial e instituição de ensino) para identificar os defeitos existentes. Assim, foi possível diagnosticar as estruturas de concreto armado. Na sequência, um prognóstico e, por fim, a terapia recomendada para essa estrutura.

Neste estudo foram analisadas duas obras, sendo uma delas residencial de aproximadamente 80 m², denominada como obra “A”, e a outra, uma instituição de ensino denominada obra “B”, as duas obras localizadas na cidade de Sinop-MT. Em ambas as obras, foram encontradas diversas manifestações patológicas. A obra “A”, que possui apenas um pavimento não foi concluída e está abandonada em sua etapa inicial, na fase de alvenaria há aproximadamente 8 (oito) meses, estando exposta às agressividades ambientais. A obra “B” está em funcionamento normal, porém necessita de algumas correções, pois possui aproximadamente 15 (quinze) anos desde sua construção.

Ainda, foram avaliadas algumas manifestações patológicas com maior decorrência na região, como é o caso da corrosão da armadura de concreto armado, fissuras e eflorescências. Essas manifestações patológicas foram analisadas, buscando-se, então, por uma terapia mais adequada a cada caso, para efetuar a cura dessas doenças.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo apresentam-se as principais manifestações patológicas encontradas na estrutura de uma obra residencial (obra A), bem como em uma instituição de ensino (obra B), ambas localizadas na cidade de Sinop, no Estado de Mato Grosso. A seguir foram representadas as manifestações patológicas encontradas, por meio de levantamento fotográfico, indicando sua respectiva localização na edificação, bem como os fenômenos por observação visual, indicando-se suas possíveis causas.

4.1 Identificação das manifestações patológicas

Nas duas obras, avaliadas na presente pesquisa, foram encontradas algumas manifestações patológicas, como por exemplo, a corrosão na armadura de aço, armaduras expostas, pequenas fissuras na estrutura do edifício e, até mesmo, a desagregação de concreto, tudo isso, se deve possivelmente à falta de cuidados ao executar a obra, bem como a falta de manutenção, o que poderia causar problemas mais graves. Logo após, foi indicada a descrição do mecanismo de ocorrência de cada manifestação patológica, juntamente com o registro fotográfico.

4.1.1 Manifestações patológicas e terapia na obra residencial (Obra A)

Essa obra residencial, localizada na cidade de Sinop-MT e encontrava-se inacabada até a vistoria da presente pesquisa. Deu-se início, mas não foi concluída, portanto, essa obra possuía várias armaduras de aço expostas e, até mesmo, sem o devido cobrimento nominal, causando assim a corrosão de armadura de aço, bem como o surgimento de pequenas fissuras por toda a estrutura da obra.

O processo de corrosão da estrutura (Figura 4), ocorreu, principalmente, pelas condições de ambientes agressivos, em que a estrutura ficava exposta, dentre eles, a possível

causa para essa manifestação, foi a umidade decorrente das frequentes chuvas, aliadas à exposição das armaduras.



Figura 4: Oxidação de Armadura de aço e Fissura na Estrutura
Fonte: Próprio (2022)

Na figura 4, pode-se ver que, além da corrosão da armadura de aço, ainda havia uma fissura na estrutura, que possivelmente, ocorreu por meio do processo de corrosão da armadura dentro da estrutura.

Segundo Marcelli (2007), uma patologia muito frequente no ramo da construção civil, são as fissuras no concreto, recorrentes da corrosão de armadura, porém precisa ser tratada de maneira adequada, para bloquear o processo de fissuras e evitar o agravamento da estrutura de concreto armado.

Observa-se que a corrosão das armaduras é um processo de deterioração da fase metálica, o que provoca a perda de seção das barras de aço, formando produtos de corrosão expansivos.

A obra “A” encontrava-se inacabada, além das armaduras estarem expostas e sem o devido cobrimento para proteger a estrutura, e manter sua durabilidade, portanto, essa obra não atendia à recomendação da ABNT (2014) NBR 6118, estando com sua resistência comprometida.

Recomenda-se para os defeitos relatados na obra “A”, a retirada de concreto da parte afetada na estrutura e a limpeza do local, para o caso de agentes agressivos na armadura e, por fim, recuperou-se o componente estrutural, mantendo suas dimensões iniciais, via argamassas poliméricas base cimento, epóxi ou poliéster.

4.1.2 Manifestações patológicas e terapia em uma instituição de ensino (Obra B)

Nessa edificação foram encontradas algumas manifestações patológicas, como a armadura de aço exposta, com o concreto em processo de desagregação, bem como encontraram-se fissuras em alguns pontos do campus. Essa obra, diferentemente, da que foi analisada anteriormente, é antiga na cidade de Sinop, Mato Grosso, contando com pouco mais de 15 anos, desde a sua construção.

Assim, como qualquer construção civil, essa edificação precisava, também, de reparos como, manutenções pontuais e preventivas, para que se evitasse ou eliminasse uma manifestação patológica, no sentido de agravar a situação. No caso dessa edificação, não foram realizadas as devidas manutenções, sendo possível ser encontradas, facilmente, inúmeras manifestações patológicas, algumas em estado inicial e outras em estado muito mais grave, com a estrutura bem comprometida como observa-se na figura 5.



Figura 5: Corrosão de Armadura de aço e falta de cobrimento

Fonte: Próprio (2022)

De acordo com a figura 5, esse pilar foi encontrado na instituição de ensino, em situações precárias, pois estava com grande área de armadura exposta e com desagregação de concreto, comprometendo toda sua estrutura. A possível causa para essa manifestação patológica, é de que o concreto utilizado era de baixa qualidade, ou seja, um concreto poroso, que facilitou a entrada da água, gerando maior índice de vazios. Outra possibilidade para ter chegado a esse ponto de degradação, poderia ser a insuficiência do cobrimento, o qual tem que ser respeitado e seguido, de acordo com a ABNT (2014) NBR 6118. Sendo assim, se esse cobrimento não tivesse as dimensões necessárias, a água poderia adentrar com facilidade ao concreto, através de seus vazios, atingindo o aço, provocando a desagregação do concreto com a armadura.

De acordo com a ABNT (2014) NBR 6118, a obra “B” é considerada exposta a uma classe de agressividade 1, sendo recomendado um cobrimento mínimo de 25mm.

A ABNT (2014) NBR 6118 indica os cobrimentos mínimos para cada elemento estrutural, de acordo com a tipologia e a classe da agressividade. O cobrimento serve para garantir que a armadura de aço fique protegida pelo concreto que a envolve, dessa forma evita a corrosão e deterioração da estrutura.

De acordo com a ABNT (2014) NBR 6118, a deterioração relativa à armadura corresponde ao processo de despassivação da mesma, que pode ocorrer por meio de dois processos distintos: a carbonatação e a ação de cloretos. A película passiva é a grande defesa da armadura e a garantia que não sofrerá corrosão.

pesar da estrutura apresentada na figura 5 estar bastante comprometida, não foi realizado nenhum trabalho de recuperação, pois trata-se de uma edificação federal, necessitando-se de diversos procedimentos para que tal acontecesse.

Entretanto, a sugestão terapêutica para essa situação, seria a realização de uma limpeza do local contaminado e, se necessário, retirar todo o concreto que envolve a armadura, para depois efetuar a limpeza da própria armadura, com lixa ou jatos de areia, ou até mesmo, limalhas para que se limpe o local do defeito por inteiro. No caso de agentes corrosivos, deve ser corrigido com primer (pintura anticorrosiva), que acarretará na proteção da armadura de aço na estrutura.

Além dessa correção, é necessário conferir se o revestimento se encontra de acordo com a ABNT (2014) NBR 6118 e, e se contiver divergências, deve-se realizar o revestimento da forma correta, para que não ocorra mais a manifestação patológica com o pilar estrutural.

Na figura 6, encontrou-se um pilar com uma manifestação patológica bem parecida com a anterior, já em processo de desagregação do concreto, que é quando o concreto começa se desprender da armadura de aço da estrutura, ou seja, se não houver manutenção, a estrutura poderá atingir o estado limite último facilmente.

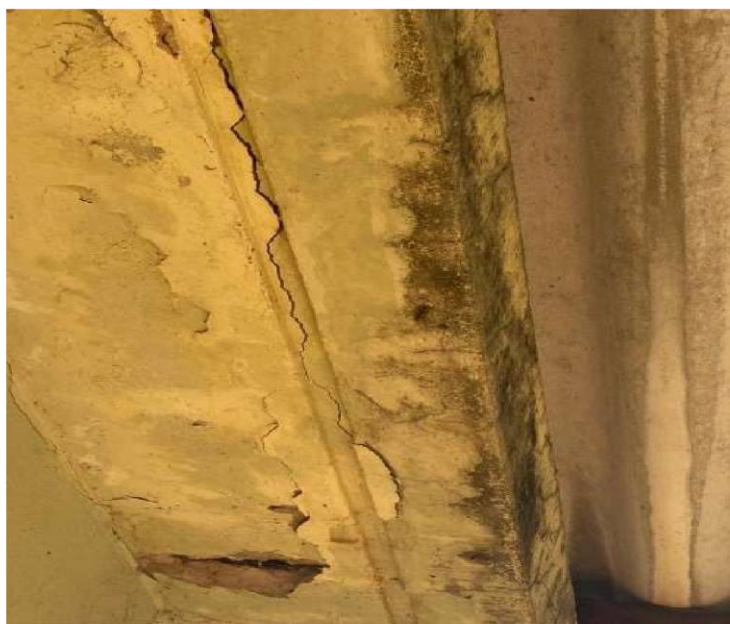


Figura 6: Corrosão de Armadura de aço

Fonte: Próprio (2022)

A solução terapêutica para essa manifestação patológica é a retirada de concreto da parte afetada na estrutura e a limpeza do local, principalmente, da armadura com uma lixa, além da utilização de argamassas poliméricas base cimento, epóxi ou poliéster para eliminar os agentes agressivos presentes na armadura, e por fim, a estrutura deve ser concretada novamente e receber sua cobertura mínima.

As fissuras são manifestações patológicas bem comuns e que, também, foram encontradas na instituição de ensino, comprometendo a sua durabilidade e bom desempenho em serviço, apresentando também manchas que mostram sinais de umidade frequente no local da estrutura. A umidade, possivelmente foi a causa das fissuras ao longo da parede, pois por meio da reação álcali-agregados, o concreto, após essa reação, pode conter um acúmulo de água, acelerando ainda mais, a possibilidade de manifestações patológicas.

Em alguns casos, também, a fissura serve como um meio condutor de água, pois a água pode ser inserida na estrutura, através dos capilares que se formam no concreto, ou até mesmo, por meio das fissuras que surgem na estrutura e não são tratadas corretamente.

ABNT (2014) NBR 6118 define as fissuras como agressivas, quando a abertura na superfície do concreto atinge os seguintes valores:

- 0,2 mm para peças expostas em meio agressivo muito forte (industrial e respingos de maré);
- 0,3 mm para peças expostas em meio agressivo moderado e forte (urbano, marinho e industrial)
- 0,4 mm para peças expostas em meio agressivo fraco (rural e submerso)

A obra em análise (Obra B) apresentou em alguns pontos fissuras maiores que 0,4 mm, o que demonstra o alto grau de deterioração.

Em ambas as obras em que esta pesquisa foi realizada, encontraram-se as mesmas manifestações patológicas, sendo a corrosão das armaduras e fissuras. A diferença entre a obra “A” e obra “B”, é que na obra “B”, a corrosão de armadura estava em estado mais avançado, dando início à desagregação do concreto, enquanto na obra “A”, a corrosão estava apenas no início, o que pode ser justificado pelo maior período de vida útil da edificação “B”.

5. CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo, analisar quais as principais causas de manifestações patológicas presentes em uma estrutura de concreto armado nas edificações, sendo esta pesquisa, satisfatória.

Existem diversos fatores em uma obra que podem causar o surgimento de manifestações patológicas, por isso se torna indispensável a realização de estudos que busquem investigar, caracterizar e diagnosticar essa problemática. Dessa forma, foram encontradas as manifestações patológicas nas estruturas e, identificadas qual a melhor terapia para a recuperação das mesmas. Além de possibilitar o tratamento preventivo da estrutura, para garantir melhor desempenho da edificação, colaborando com a constante evolução do processo produtivo e o correto uso das edificações.

A manifestação patológica com maior recorrência na obra da instituição de ensino, bem como na obra residencial, foi a corrosão na armadura de concreto armado. As duas obras onde se realizou esta pesquisa, possuem características bem distintas, pois a instituição de ensino é uma estrutura com aproximadamente, 15 anos desde a sua construção, e nunca passou por manutenções preventivas, o que acarretou em defeitos na estrutura, em contrapartida, a obra residencial analisada, iniciou sua construção e logo foi interrompida, há cerca de 8 (oito) meses, ficando exposta as agressividades do meio ambiente.

As iniciativas de reparo devem possuir um controle tecnológico e uma execução adequada, para que não ocorram problemas na estrutura antes do tempo previsto da sua vida útil, que se resulta em manutenções ineficientes e dispendiosas.

É importante ressaltar que as estruturas que recebem um diagnóstico precoce, possuem medidas de reparo menos onerosas, sua metodologia de execução é mais simples e eficaz. Portanto, toda edificação deve passar por inspeções pontuais e manutenções preventivas, para assegurar a durabilidade da estrutura e a otimização dos recursos.

Por meio da presente pesquisa, observou-se como pode se agravar o estado de conservação de uma estrutura, caso não ocorra um diagnóstico precoce e uma adequada terapia, o que demonstra que a realização de estudos que buscam avaliar uma estrutura, é de suma importância, bem como a necessidade de uma mão de obra qualificada para o processo de execução da obra, a utilização de materiais de boa qualidade e a realização de projetos que atendam às normativas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: **Projeto de Estruturas de Concreto: Procedimentos**. Rio de Janeiro, 2014.

_____. NBR 15575-5: **Edificações habitacionais: Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro, 2013.

CORSINI, Rodnei. **Trinca ou fissura**. Técnica, São Paulo, 2010

COUTO, J. P.; COUTO, A. M. Importância da revisão dos projectos na redução dos custos de manutenção das construções. In: **CONGRESSO CONSTRUÇÃO 2007**, 3, 2007, Coimbra, Portugal. Universidade de Coimbra, 2007.

FUSCO, P. B. **Tecnologia do concreto estrutural**. São Paulo: Pini, 2008.

GNIPPER, S. F.; MIKALDO, JR. J. **Patologias frequentes em sistemas prediais hidráulicosanitários e de gás combustível decorrentes de falhas no processo de produção do projeto**. Curitiba, 2007.

HELENE, Paulo Roberto Lago; PEREIRA, Fernanda. **Reabilitação e manutenção de estruturas de concreto**. São Paulo, 2007.

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

MEDEIROS, M. H. F.; ANDRADE, J. J. O.; HELENE, P. **Durabilidade e Vida Útil das Estruturas de Concreto**. Geraldo Cechella (Ed.). Concreto: ensino, pesquisa e realizações. São Paulo: IBRACON, 2011.

NITA, C. **Utilização de Pozolanas em Compósitos de Cimento Reforçados com Fibras de Celulose e PVA**. Dissertação, Mestrado em Engenharia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

OLIVEIRA, D. **Levantamento de causas de patologias na construção civil**. Rio de Janeiro, 2013.

PAULA, C. C. **Patologias de estruturas de concreto: identificação e tratamento**, 2016.

PEDROSO, Fábio Luís. Concreto: **as origens e a evolução do material construtivo mais usado pelo homem**. Concreto e Construções, 2009.

SANTOS, C. F. **Patologia de estruturas de concreto**. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2014.