

AS PATOLOGIAS NO CONCRETO

PATHOLOGIES IN CONCRETE

Adilson Alves dos Santos

Graduando em Engenharia Civil, UNIPAC, Brasil, E-mail: adiltop066@gmail.com

Pedro Emílio Amador Salomão

Doutor em Química, UNIPAC, Brasil, E-mail: pedroemilioamador@yahoo.com.br

Resumo

Este artigo trata-se de uma revisão bibliográfica apresentando as patologias comumente encontradas em estruturas de concreto, com o propósito de analisar, evidenciar os motivos e fornecer soluções. Antes de tudo é necessário e importante compreender que nas etapas da construção de uma estrutura de concreto, as medidas preventivas devem ser tomadas para evitar falhas, pois de qualquer fase podem surgir as manifestações patológicas. Assim, apresentam-se os mecanismos que induzem um elemento estrutural à deterioração, fornecendo informações do porquê é interessante para evitar o surgimento desses problemas no futuro, antes mesmo da concepção do projeto. Por fim, indica as soluções principais e mais comumente utilizadas para melhorar as estruturas que se encontram com patologias, trazendo segurança e durabilidade aos usuários e permitindo que o elemento estrutural cumpra com o objetivo do qual foi planejado.

Palavras-chave: Manifestações patológicas; Estrutura; Concreto.

Abstract

This article is a bibliographic review presenting the pathologies commonly found in concrete structures, with the purpose of analyzing, highlighting the reasons and providing solutions. First of all, it is necessary and important to understand that in the construction stages of a concrete structure, preventive measures must be taken to avoid failures, as pathological manifestations can arise from any stage. Thus, the mechanisms that induce a structural element to deterioration are presented, providing information on why it is interesting to avoid the appearance of these problems in the future, even before the project conception. Finally, it indicates the main and most commonly used solutions to improve structures that have pathologies, bringing safety and durability to users and allowing the structural element to fulfill the objective for which it was planned.

Keywords: Pathological manifestations; Structure; Concrete.

1. Introdução

Na antiguidade, para sobreviver e se desenvolver, o ser humano sempre procurou fazer o uso de estruturas que ocasionem mais facilidade e comodidade para sua vida, trabalhando arduamente para utilizar os edifícios com esses benefícios ao passar dos anos. Diante disso, aumentou-se a procura por materiais

e tecnologias que podem fornecer estruturas cada vez mais desenvolvidas (TRINDADE, 2015). Neste contexto surgiu o concreto, visando resolver as dificuldades que havia na época ou que a solução era inviável financeiramente ou até mesmo para ser executada.

Com o passar dos anos houve uma notável intensificação na construção civil, com o surgimento e desenvolvimento de técnicas que possibilitassem um maior desempenho das edificações executadas. Ainda assim, por falta de conhecimento ou inexperiência dos profissionais envolvidos é comum o surgimento de problemas nas construções, responsáveis por gastos em pós-ocupação, aumento os custos previstos do empreendimento e, em casos mais extremos, por causar acidentes fatais.

As construções civis são extremamente necessárias para todas as atividades humanas, sejam elas atividades comerciais ou industriais, ou para uso residencial. Além dessas estruturas mais tradicionais, também há estruturas que rendem uma agilidade maior na locomoção, tais como estradas e pontes pavimentadas, assim como estruturas que assegurem transportar e reservar água, como aquedutos e barragens, respectivamente. Segundo Gonçalves (2015), essas e muitos outros tipos de obras vêm sendo concretizadas pelo homem ao decorrer dos anos em prol de sua sobrevivência e desenvolvimento.

Conforme Silva (2018), para se ter uma estrutura eficaz, é necessário que esta atenda às diretrizes mínimas de segurança, desempenho, durabilidade, resistência e seja executada de maneira econômica. O concreto, material composto por água, cimento e agregados (miúdo e graúdo) com presença ou não de aditivos, possui características vantajosas quanto à economia, conservação e alta resistência aos esforços de compressão, entre outras vantagens, mas apresenta baixa resistência aos esforços de tração.

Os danos estruturais são diversos, deste modo, é de fundamental importância o estudo dessa parte da engenharia, para evitar que as patologias possam reduzir a durabilidade dos elementos estruturais, bem como é indispensável um conhecimento de como resolver e recuperar aquelas que apresentam o problema, de maneira a curá-las e impedir que o problema volte (TRINDADE, 2015).

Mesmo estruturas bem projetadas e executadas, e apropriadas para uso podem apresentar desempenho insatisfatório e problemas patológicos. A

ocorrência desses problemas deve-se a falhas que podem acontecer durante a realização de uma ou mais etapas da construção. Por isso o assunto de patologia tem sido uma problemática no âmbito da Construção Civil e que necessita cada vez mais a preocupação com a estabilidade e segurança das edificações.

Diante disso, segundo Granato [20-?], inspecionar, avaliar e diagnosticar as patologias da construção são tarefas que devem ser realizadas sistematicamente e periodicamente, de modo a que os resultados e as ações de manutenções devem cumprir efetivamente a reabilitação da construção, sempre que for necessária.

Ainda, com a implantação do Código de Defesa do Consumidor em 1990 houve um crescimento nas exigências de melhorias nas etapas construtivas, como material e também mão-de-obra, o que fez com que as empresas sentissem mais necessidade de padronizar os seus processos e levar os conceitos de qualidade para dentro das obras (Oliveira, 2013).

Para Nadalini e Bispo (2017, *apud* SOUZA E RIPPER, 1998) Patologia das Estruturas define-se como o “campo da Engenharia das Construções que se ocupa do estudo das origens, formas de manifestação, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de degradação das estruturas”. Este ramo de engenharia tem sua importância devido à necessidade de prorrogar a vida útil das estruturas.

De acordo com Iantas (2010), para o sucesso de um tratamento da patologia, é necessário um diagnóstico adequado e completo, onde deve-se esclarecer todos os aspectos do problema, como: sintomas, mecanismos, origens e causas.

Dessa forma, com base no que foi exposto, essa pesquisa tem objetivo analisar as mais recorrentes patologias do concreto armado, discutir suas possíveis causas e fornecer informações que possam auxiliar recuperação apropriadas dessas estruturas.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar as patologias comuns no concreto, evidenciar as suas possíveis

causas e fornecer informações de técnicas que possam solucionar essas alterações na construção.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Ponderar as origens das manifestações patológicas no concreto;
- Mostrar as propriedades de cada patologia para que possam ser identificadas;
- Apontar os principais tipos de manifestações patológicas em estruturas de concreto;

2. Revisão da Literatura

2.1 Origens dos problemas patológicos

Os problemas patológicos possuem suas causas e origens, a diferença entre esses atributos devem ser claras: a causa é o fator que provoca direta ou indiretamente um ou mais problemas patológicos; e a origem se caracteriza na etapa, ou etapas do processo construtivo onde ocorrem falhas ou erros que conseqüentemente, irão ocasionar problemas patológicos.

As etapas do processo construtivo são: Planejamento; Projeto; Aquisição de materiais; Período de execução; e o Uso ou ocupação da estrutura. Esta última se trata da etapa mais prolongada, e envolve processos de manutenção e reparo na estrutura.

Como dito anteriormente, a origem é uma das etapas que ocorre erros ou falhas, da qual pode ser qualquer umas dessas, porém muitos autores apontam que a segunda é a que frequentemente se torna a origem, entretanto as etapas onde ocorrem de fato os problemas patológicos são a quarta e a quinta.

Várias origens podem ser relacionadas a diferentes problemas patológicos, sendo de extrema importância o conhecimento detalhado sobre as situações, para o correto diagnóstico e identificação das causas, direcionando a correção mais adequada.

2.1.1 Problemas patológicos com origem na etapa de projeto

Nesta etapa, ocorre o dimensionamento das características geométricas da estrutura, isso deve ser bem feito, com bastante cautela e alto controle de qualidade, com a finalidade de evitar possíveis erros tanto nos estudos preliminares, como na elaboração do anteprojeto ou na confecção do projeto executivo.

Os erros dessa etapa, Helene (1992) afirma que em geral, são mais graves que as falhas associadas à qualidade dos materiais empregados e à execução.

O projeto tem extrema importância na qualidade, segurança e desempenho da estrutura final, de acordo com Fioriti (2016), é na etapa de projeto que é feita a tomada de decisões que irão repercutir em fatores como os custos, a velocidade de execução e a qualidade dos empreendimentos.

Algumas falhas ocorridas nessa etapa podem ser do tipo de:

- Falta de compatibilidade entre os projetos arquitetônico e estrutural;
- Falta de detalhamento;
- Falta de clareza nas informações apresentadas;
- Má qualidade dos materiais especificados;
- Erros de dimensionamento ou elementos construtivos de impossível realização.

2.1.2 Problemas patológicos com origem na etapa de execução

A execução de uma obra deve seguir todas as especificações e detalhamentos previstos em projeto, sendo realizada somente após terminar a etapa de projeto. Não é recomendado realizar a etapa de projeto e execução ao mesmo tempo, mesmo que muitos considerem uma medida que diminui prazos e gastos.

Situações que podem ocasionar falhas nesta etapa:

- Falta da presença de um profissional adequadamente capacitado para gerenciar as etapas de execução;
- Baixa qualificação dos trabalhadores (falta de conhecimento técnico);
- Pressão para entregas em curto prazo.

Já as falhas que são consideradas recorrentes nesta etapa são:

- Pisos desnivelados;
- Impermeabilização mal executada ou ausente;
- Alvenaria fora de prumo;
- Má amarração das armaduras em peças de concreto armado;
- Redução da qualidade dos materiais devido a um armazenamento inadequado;
- Falhas na concretagem.

É importante ressaltar que quanto mais cedo uma falha ou um erro for detectado, menos custoso será a sua correção.

2.1.3 Problemas patológicos com origem na etapa de uso e manutenção

A obra mesmo acabada pode ocorrer problemas patológicos caso o ocupante faça uso indevido, ignorando medidas preventivas e atividades de manutenção. Ele deve estar ciente da estrutura da construção de forma a manter a integridade da edificação, o mais próximo do original possível.

A NBR 5674 (ABNT, 2012) define três tipos de manutenção:

- Manutenção de rotina: considerado o fluxo constante de serviços, padronizados e cíclicos, como por exemplo, a limpeza geral de áreas comuns;
- Manutenção corretiva: são os serviços que demandam intervenção imediata para que se possa dar continuidade no uso dos sistemas, elementos ou componentes do empreendimento, além de evitar riscos e prejuízos graves, pessoais e patrimoniais aos usuários;
- Manutenção preventiva: é o serviço com realização programada com antecedência, priorizando as solicitações do usuário, expectativas de durabilidade da edificação, os elementos em uso, gravidade e urgência, e relatórios periódicos das verificações sobre seu estado de degradação.

Destaca-se que a manutenção mais interessante de ser realizada é a preventiva, devido ser menos custosa que a de correção, e reduz os danos causados à estrutura. Então é de extrema importância que os usuários realizem as manutenções necessárias no tempo previsto.

2.2 Causas dos problemas patológicos

Os fatores que provocam os problemas patológicos são vários como: falha humana, principalmente na execução do projeto; estrutura química dos materiais; ataques de agentes que reagem ao concreto e às armaduras; corrosão, etc.. Estas causas se dividem em três grupos:

- As causas intrínsecas (internas);
- As causas extrínsecas (externas); e
- O processo físico de deterioração do concreto das patologias.

2.2.1 Causas intrínsecas de manifestações patológicas

A Figura 1 abaixo, mostra uma relação das principais causas intrínsecas das manifestações patológicas em estrutura de concreto.

Figura 1 - Causas intrínsecas das manifestações patológicas



Fonte: TRINDADE (2015, *apud* SOUZA E RIPPER, 1998).

Percebe-se pela figura que as causas intrínsecas se subdividem em falhas humanas durante a construção, a utilização e as causas naturais, onde será abordado sobre essas características.

2.2.1.1 Falhas humanas durante a construção

2.2.1.1.1 Deficiências de concretagem

As deficiências de concretagem englobam cinco tipos, sendo eles: transporte, lançamento, adensamento, juntas de concretagem e a cura.

Conforme Trindade (2015), o transporte deve garantir que a massa não seque e perca sua fluidez, pois isso fará com que a trabalhabilidade do concreto diminua. O cronograma deve levar em consideração o tempo de conclusão para concretar a primeira camada e o tempo de transporte da segunda, de modo que o intervalo entre as camadas não seja longo e, eventualmente juntas indesejadas e superfícies sejam produzidas sem aderência.

O lançamento do concreto deve ser executado de maneira não brusca para evitar assim que ocorra o deslocamento das armaduras de aço, devendo ser lançado o mais perto de sua destinação final evitando a segregação dele.

Considera-se como adensamento o fato de os vazios do concreto serem removidos ou reduzidos ao máximo para promover maior resistência mecânica e conter o concreto nas formas e por entre as armaduras de aço. No entanto se for muito adensado, isso levará a segregação da mistura, resultando uma heterogeneidade da resistência mecânica (TRINDADE, 2015).

Vale lembrar que a qualidade do adensamento e do lançamento do concreto está diretamente ligada a resistência, impermeabilidade e durabilidade dele na forma de endurecimento.

De acordo com Gonçalves (2015), as juntas de concretagem são formadas devido a interrupção do lançamento devido ao transporte que abastece o local concretado em partes. É interessante que elas não estão em áreas de altas tensões tangenciais e em locais onde ofereçam riscos de deslizamentos.

Por fim, a cura do concreto incide em evitar a evaporação da água sem que as reações de hidratação do cimento tenham sido realizadas, controlando assim a umidade do local concretado. Se não for manuseada corretamente, a estrutura de

concreto armado poderá sofrer danos posteriormente.

2.2.1.1.2 Inadequação de escoramentos e formas

Antes que ocorra a concretagem, é importante que tenha cautela com a limpeza e verificar se alguma forma possui estanqueidade insuficiente para que não haja fuga da nata do cimento, deixando a mostra os agregados.

As formas utilizadas para demarcações do concreto e das barras de aço, devem ser executadas da forma mais próxima possível da indicada no projeto, obedecendo a todas as medidas, assim como o nível e prumo dos elementos estruturais (TRINDADE, 2015).

Segundo Takata (2009), a montagem das formas deve ser feita de maneira a proporcionar o travamento para que neste momento ou após o recebimento do concreto, não mudem de formato devido ao peso que irão suportar, caso contrário poderão alterar a geometria e até formar aberturas em vigas, pilares, lajes ou qualquer outro elemento estrutural, acarretando problemas patológicos e elevando o custo da obra.

2.2.1.1.3 Deficiência nas armaduras

Trindade (2015), aborda alguns elementos que podem causar deficiências nas armaduras, como: má interpretação dos projetos: esse tipo de problema pode levar, por exemplo, às falhas na disposição das barras de aço, causando problemas nas posições do elemento estrutural, como também podem ser originados diretamente do projeto; mau posicionamento das armaduras: há casos em que mesmo tudo estando certo com projeto e a leitura dele, pode ocorrer problemas devido ao local das armaduras ser alterado durante a concretagem.

Conforme Botelho (1996), o cobrimento do concreto insuficiente pode levar à deterioração. O valor do cobrimento deve seguir a norma da ABNT, caso contrário pode facilitar que ocorra o processo de corrosão das armaduras, sendo que o uso de espaçadores é indispensável neste tipo de atividade. Os valores de ancoragem também devem obedecer ao que a norma dita, um comprimento menor que o necessário poderá causar o surgimento de fissuras e gerar deficiência nas ancoragens.

2.2.1.1.4 Utilização incorreta dos materiais de construção

Alguns materiais da construção, se usados indevidamente ou sem padronização, podem causar muitos danos a edificação, resultando em enormes perdas econômicas, a qual isso inclui materiais como concreto, aço e aditivos. Há três tipos de utilização de forma incorreta mais comuns em relação a esses materiais, sendo eles: o fck inferior ao especificado, o aço diferente do especificado e a utilização incorreta dos aditivos.

Para Trindade (2015), o fck representa a resistência característica do concreto à compressão. Se o valor do fck da estrutura for menor do que o de projeto poderão ocorrer danos, pois quanto maior a diferença, maior o dano. Assim como também a troca do aço, a qual tem grande influência na estrutura, e não só isso, como uso de bitolas menores das previstas e a posição delas no projeto, podem acarretar problemas como trincas pequenas, ou até em larga escala, como o colapso de uma estrutura.

A utilização inadequada dos aditivos altera algumas propriedades do concreto, como reduzir características não desejadas, intensificar características interessantes, reduzir custos, o qual usando-os de maneira errônea, podem comprometer muito a qualidade do produto final.

2.2.1.1.5 Inexistência do controle de qualidade

O controle de qualidade é de suma importância para que reduza o aparecimento de problemas e controle gastos futuros maiores.

2.2.1.2 Falhas humanas durante a utilização

Esse tipo de falha, se diz a respeito da falta de manutenção da estrutura, de medidas pré-programadas, para que se mantenha a qualidade do elemento estrutural.

2.2.1.3 Causas naturais

As causas naturais são compostas de características e motivos inerentes aos atributos do material de concreto e como ele reage ao meio ambiente e aos esforços solicitantes carecidos a vida útil da estrutura, lembrando que esse tipo de causa não tem relação com as falhas humanas ou de máquinas e equipamentos. As causas naturais mais comuns encontradas na construção são:

Causas próprias à estrutura porosa do concreto, onde conforme Trindade (2015), o concreto é um material poroso, e essa sua característica pode comprometer a qualidade devido ao ataque do meio ambiente, por meio de reações com alguns agentes, como gás carbônico (carbonatação), e devido a corrosão.

Causas químicas, o qual algumas reações que causam danos são do tipo reação álcalis-agregado, presença de cloretos e elevação interna da temperatura do concreto.

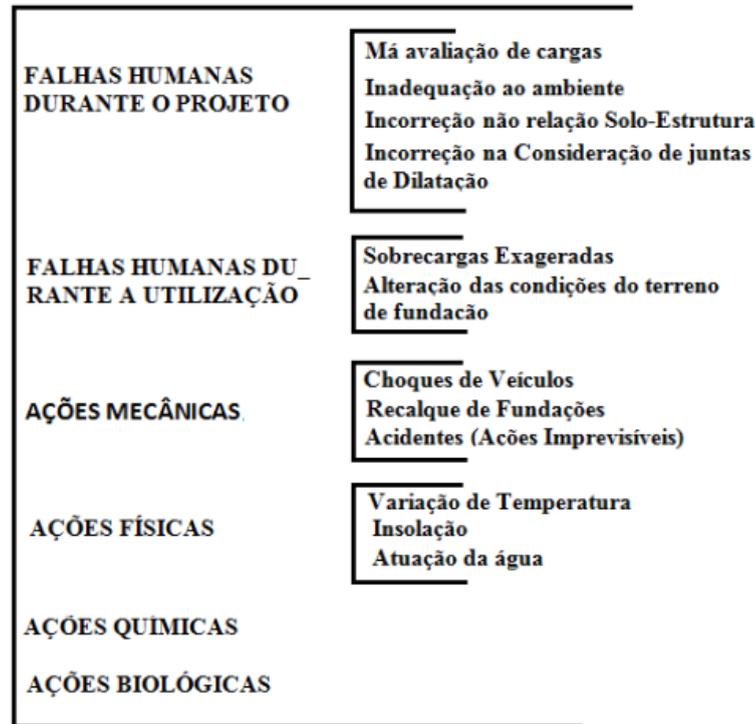
Causas físicas quanto os agentes físicos como variação da temperatura, insolação, vento e água tem atuação principalmente durante o período da cura no endurecimento do concreto, variando seus efeitos conforme a composição interna da estrutura de concreto (GONÇALVES, 2015).

E, de acordo com Trindade (2015), as causas biológicas que é o ataque microbiano no concreto e subsequente degradação, ocasionando uma deterioração do tipo biológica. Este tipo de deterioração ocorre porque os microrganismos (especialmente bactérias e fungos) atuam dissolvendo os componentes do cimento.

2.2.2 Causas extrínsecas de manifestações patológicas

São fatores que atacam a estrutura de dentro para fora durante a execução e vida útil da edificação, conforme listado as principais causas na Figura 2.

Figura 2 - Causas extrínsecas das manifestações patológicas



Fonte: TRINDADE (2015, *apud* SOUZA E RIPPER, 1998).

2.2.2.1 Falhas humanas durante o projeto

Existem vários fatores em um projeto de estruturas que influenciam no sucesso almejado. Entre esses fatores, existem efeitos diretos na qualidade dos elementos estruturais que inclui: a má avaliação da carga, proteção ambiental insuficiente, a interação solo-estrutura e as juntas de dilatação de forma incorreta. Abaixo esses fatores serão descritos com mais detalhes.

A má avaliação das cargas deve ser avaliada com respaldo em normas específicas, pois elas ocasionam patologias nas estruturas de concreto, sendo divididas em gravitacionais, climáticas e acidentais. Trindade (2015), aponta que as cargas gravitacionais se relacionam ao peso da estrutura como um todo; as climáticas referem-se às condições climáticas e à ação delas; e as acidentais estão ligadas à situações de risco, choques com veículos, abalos sísmicos, etc..

O fato da inadequação do ambiente ocorre quando o projeto estrutural está correto, porém não houve atenção no ambiente da obra, pois algum fator externo do meio pode comprometer a durabilidade da estrutura.

A interação solo-estrutura é essencial que os responsáveis técnicos pelas

fundações das edificações entendam e estudem, pois desta forma somente a interação entre o solo-fundação poderá ser compreendida, apreendendo a análise da resposta do solo à carga estrutural.

Já a incorreção na consideração de juntas de dilatação considera-se como a variação de temperatura que leva a variação de dimensões dos materiais (dilatação e contração), devido a este fato são feitas as juntas de dilatação, que são elementos que consistem em uma separação entre as partes de uma estrutura para que estas possam movimentar-se sem haver transmissão de esforços de uma para outra, agindo como corpos isolados. Na ausência ou má execução pode ocorrer tensões que provocam fissuras, bem como a entrada de elementos rígidos na junta (TRINDADE, 2015).

2.2.2.2 Falhas humanas durante a utilização

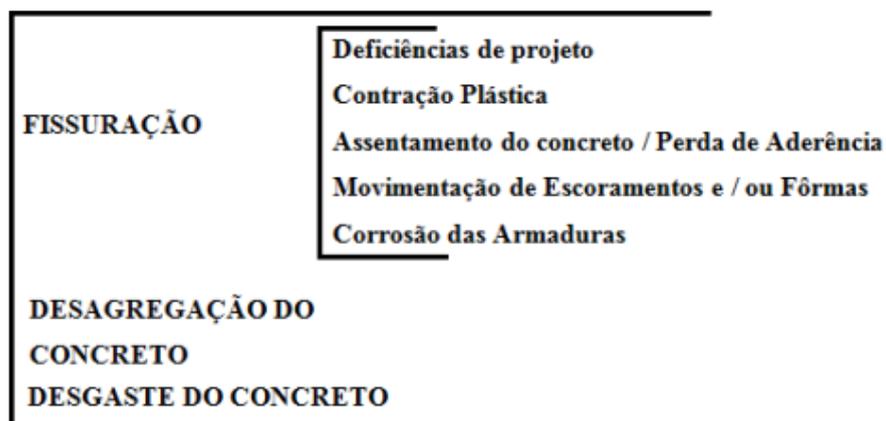
Nesse tipo de falha, é abordado a relação direta com a responsabilidade humana, principalmente dos proprietários e usuários, onde geralmente devido à falta de conhecimento ou até mesmo por negligência, acaba prejudicando e aumentando a chance de desempenho das condições patológicas nas estruturas que utilizam.

Há duas causas mais comuns nesse tipo de falha. A primeira é a de sobrecarga exageradas, que é quando durante a utilização da estrutura são acrescentadas cargas que não foram consideradas no projeto, muito comum em armazéns e depósitos. A outra é quando ocorre alteração das condições do terreno em relação a fundação, pois em alguns casos as condições do terreno podem ser modificadas sem cuidado com as construções que já existem, fazendo com que se altere a estabilidade da estrutura.

2.2.3 Processos físicos de deterioração do concreto

Os processos físicos de deterioração são muitas vezes a combinação dos anteriores. A Figura 3 abaixo, lista os principais tipos de processos físicos que levam a estrutura a irregularidades.

Figura 3 – Processos físicos de deterioração do concreto



Fonte: TRINDADE (2015, *apud* SOUZA E RIPPER, 1998).

2.2.3.1 Fissuração

Segundo Trindade (2015), as fissuras geralmente por causa da aparência antiestética juntamente com a questão de insegurança, consistem nas manifestações patológicas mais propensas a atrair a atenção dos leigos. Podem ter origem nas causas internas e externas, ou na combinação dos dois tipos ou até mais.

Um dos tipos é a contração plástica, em que o volume é reduzido devido à superioridade da taxa de perda de água em relação à taxa de água exsudada, motivada pela rápida evaporação da água que está na superfície da mistura antes mesmo do endurecimento da pasta de concreto, que é muito comum em áreas superficiais, como as lajes (TRINDADE, 2015).

Outra forma de fissuração é o assentamento do concreto ou também conhecido como a perda de aderência, o qual segundo Trindade (2015), na concretagem, o concreto naturalmente se move e se adapta devido ao efeito da gravidade. Quando as barras de aço bloqueiam o concreto e o espaço entre as barras for mínimo pode ocorrer a fissuração, e quanto mais espessa for a camada de concreto, maior será a formação das fissuras.

2.2.3.2 Desagregação do concreto

A desagregação do concreto é a separação física do concreto em fatias, fazendo com que fragilize a região desagregada e a estrutura perca resistência.

2.3 Características de cada patologia

2.3.1 Fissuras em viga por flexão

É caracterizada por fissuras perpendiculares à linha de tração do elemento estrutural, estas são maiores e mais acentuadas tanto quanto maior for o esforço de tração e tanto quanto maior for a insuficiência da armadura. Estas fissuras começam na área submetida a tração e ao se aproximarem da linha neutra diminuem de tamanho, até desaparecer quando comprimidas (TRINDADE, 2015).

Figura 4 – Fissuras em viga por flexão



Fonte: Google imagens, 2020.

2.3.2 Fissura em viga por esmagamento do concreto

São localizadas na zona de compressão e paralelas ao eixo da viga, a causa principal é o esmagamento do concreto.

2.3.3 Concreto segregado ou mal vibrado

Caracterizado pela formação de vazios originados da vibração errada da mistura (durante a concretagem). Essa vibração visa retirar o ar do concreto. Além de enfraquecer a estrutura, essa patologia permite entrada de agentes na estrutura, causando, por exemplo, uma corrosão.

2.3.4 Fissuras em lajes devido à punção

Manifesta-se em elementos estruturais que possuem espessura delgada, onde a laje se escora diretamente no pilar, causando o aparecimento de fissuras ao seu redor, podendo levar ao colapso.

Conforme a pesquisa de Marcelli (2007), os motivos para a ocorrência de fissuras de punção são diversos fatores, sendo eles: quando há sobrecarga; concreto com resistência insuficiente; laje muito fina; armadura inadequada ou mal posicionada junto aos apoios; erros de projeto; e erros na execução/construção.

2.3.5 Fissuras devido à retração plástica

Devido à perda de água, este tipo de fissura ocorre na fase plástica do concreto, que é logo após o concreto ser liberado nas formas. Este processo ocorre quando os agregados graúdos e miúdos, por apresentarem maior densidade, descem e a água sobe para a superfície, realizando o processo de exsudação, onde este fenômeno faz com que o fator a/c (água/cimento) da superfície aumente, reduzindo assim a resistência mecânica na região.

A água acaba evaporando, pois quanto maior for a temperatura, menor será a umidade e maior a ação do vento, portanto mais rápido o processo ocorrerá. Outro modo da água evaporar é pela absorção das formas, devido a isso é interessante manter as formas molhadas antes da concretagem, onde a mistura irá variar de volume, resultando no surgimento de fissuras que são geralmente contínuas e paralelas entre si.

2.3.6 Fissura em viga devido ao cisalhamento

Há um surgimento de fissuras diagonais, da qual o esforço cortante é máximo. Ela pode ocorrer devido à falta de seção de concreto suficiente ou falta de armadura resistente ao cisalhamento. As fissuras começam onde a viga está apoiada e terminam na região onde a carga é aplicada (TRINDADE, 2015).

2.3.7 Fissuras no concreto devido à torção

Ao ser submetida à um esforço de rotação a estrutura desenvolve fissuras devido o torque, as trincas geralmente têm uma inclinação de 45°.

2.3.8 Fissuras de juntas de concretagem em pilar

Helene (1998), aponta que essas fissuras ocorrem quando o topo do pilar possui excesso de nata de cimento, ou seja, devido à ocorrência da exsudação, aquela região da estrutura acaba ficando enfraquecida, sendo esse o principal fator do surgimento da fissura.

2.3.9 Fissuras causadas pela reação álcalis agregado

Se origina com reações entre os componentes agregados do cimento. Esse tipo de fissura tem formato de mosaico.

2.3.10 Corrosão em pilar

Se trata de uma corrosão generalizada que ocorre principalmente devido a concreto de resistência baixa e cobertura insuficiente.

2.3.11 Desagregação do concreto e eflorescência

De acordo com Mehta (2008), a desagregação é a perda de massa de concreto devido a um ataque químico expansivo de produtos inerentes ao concreto e/ou devido à baixa resistência do mesmo, caracterizando-se por agregados soltos ou de fácil remoção.

Já a eflorescência é a formação de depósitos salinos na superfície do concreto, resultante da água de infiltrações ou intempéries. Esses sais constituintes podem ser agressivos e causar desagregação profunda, além da modificação do aspecto visual na estrutura (GONÇALVES, 2015).

2.4 Técnicas de recuperação de patologias

Os serviços de recuperação ou de reforço de estruturas de concreto que apresentam patologias, dependem da análise precisa das causas/falhas que o tornaram necessários e do estudo detalhado dos efeitos lançados. Ressalta-se que a estrutura antes de ser reforçada/recuperada deve receber primeiramente os procedimentos de preparo e limpeza.

Realizado esses pontos citados acima, define-se qual a técnica a ser adotada, incluindo também na escolha a questão dos equipamentos e materiais a serem usados, assim como a mão de obra adequada a ser empregada.

As intervenções iniciais incluem técnicas que visam preparar o substrato para uma futura recuperação da patologia ou um desgaste superficial, para que o concreto volte ao seu estado anterior. Nesta fase, são realizados procedimentos como polimento, lavagem com soluções ácidas, apicoamento, lavagem com soluções alcalinas e lavagem com jato de água e de areia.

Já para os reparos em fissuras, vale ressaltar que é importante ter o conhecimento sobre o tipo da fissura existente, para que seja adotada a técnica correta, o qual os procedimentos comuns para a fissuração são conhecidos como injeção e costura de fissuras.

3. Considerações Finais

Este artigo centra-se no estudo sobre patologia do concreto, onde abordou sobre as principais manifestações patológicas que agem danificando as estruturas, bem como as suas possíveis origens, causas e danos futuros, a qual poderiam ser evitados se tiverem mais cuidados na elaboração dos projetos, na especificação e utilização de materiais, no uso correto da estrutura e na sua manutenção preventiva, podendo assim evitar ou mesmo atrasar a necessidade de restauro ou reforço da estrutura.

São inúmeras as razões e origens que levam a problemas patológicos estruturais, podendo estas se originar nas etapas do projeto, implementação e utilização de qualquer elemento. As causas constituíram divididas em três categorias: causas intrínsecas, extrínsecas e processos físicos de deterioração das manifestações patológicas, para assim ser melhor entendido, de que as patologias podem ser decorrentes de fatores externos, internos ou até mesmo

uma combinação dos dois, pois os tipos de patologias possuem configurações próprias, devendo-se atentar para a importância do conhecimento técnico, gerando assim o diagnóstico correto.

Portanto, destaca-se que existe uma necessidade pela busca de alto nível de qualidade na construção civil, assim como em qualquer outro campo da engenharia. É conciso apreender que para fazer com que a estrutura de concreto atinja um ótimo nível, sem manifestações patológicas, envolve desde a mão de obra da execução e dos projetistas, assim como os materiais e ferramentas utilizados, o conhecimento do solo e até mesmo uma percepção sobre o ambiente em que se deseja construir.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 5674: **Manutenção de edificações – Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos; MARCHETTI, Osvaldemar. **Concreto armado eu te amo**. São Paulo: Edgar Blucher, 2004.

FIORITI, Cesar Fabiano. **Estudo de patologia em estruturas de concreto armado**. 2016. 292 f. Tese (Livre Docência) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Presidente Prudente, 2016.

GONÇALVES, Eduardo Albuquerque Buys. **Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações**. Rio de Janeiro: UFRJ/ ESCOLA POLITÉCNICA, 2015. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10014879.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2020.

GRANATO, José Eduardo. **Patologia das construções**. [20-?]. Disponível em: <http://irapuama.dominiotemporario.com/doc/Patologiadasconstrucoes2002.pdf>. Acesso em: 01 set. 2020.

HELENE, Paulo. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. 2ª ed - São Paulo: PINI, 1992.

IANTAS, Lauren Cristina. **Estudo de caso: análise de patologias estruturais em edificação de gestão pública**. Universidade do Paraná: Curitiba, 2010. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/34354/IANTAS%2C%20LAUREN%20CRISTINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 01 set. 2020.

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

MEHTA P. Kumar.; MONTEIRO, Paulo. J. M. **Concreto – Microestrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: Instituto Brasileiro do Concreto, 2008.

NADALINI, Ana Carolina Valério; BISPO, Adriele de Oliveira. **Patologia em estruturas de concreto armado em ambiente marítimo**. Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias: Paraná, 2017. Disponível em: <https://ibape-nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2017/08/028.pdf>. Acesso em: 01 set. 2020.

OLIVEIRA, Daniel Ferreira. **Levantamento de causas de patologias na construção civil**. Universidade Federal do Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10007893.pdf>. Acesso em: 01 set. 2020.

SILVA, Amanda Fernandes Pereira da. **Patologias em estruturas de concreto armado: estudo de caso**. Universidade Federal do Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <http://www.nppg.org.br/patorreb/files/artigos/80613.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2020.

SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; RIPPER, Thomaz. **Patologia, Recuperação e Reforma de Estruturas**. 1. ed. São Paulo: Pini, 1998.

TAKATA, Leandro Teixeira. **Aspectos executivos e a qualidade de estruturas em concreto armado: Estudo de caso**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de São Carlos: São Carlos, 2009.

TRINDADE, Diego dos Santos da. **Patologia em estruturas de concreto armado**. Universidade Federal de Santa Maria: Rio Grande do Sul, 2015. Disponível em: http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2015/TCC_DIEGO%20DOS%20SANTOS%20DA%20TRINDADE.pdf. Acesso em: 25 ago. 2020.