

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

Gustavo Oliveira Mancini¹
Marcelo Rodrigues de Matos Pedreiro²

RESUMO: O presente trabalho aborda as principais manifestações patológicas existentes em estruturas de concreto armado, salientando a importância de ser estudado esse assunto e, ainda, trazendo uma análise detalhada sobre suas principais causas. De início, faz-se um detalhamento referente ao tema deste trabalho, usando os principais autores ligados a área do estudo em questão como referências bibliográficas. Para o desenvolvimento do presente estudo de caso, foi aplicado as metodologias empregadas pelos referidos autores, citando os erros mais comuns cometidos pela mão de obra, desde a concepção estrutural até sua utilização. Analisando os levantamentos teóricos, conclui-se a extrema necessidade de ações a serem tomadas, apontando causas e prevenções dos variados tipos de anomalias presentes nas estruturas.

Palavras-chave: Manifestações Patológicas. Estruturas de Concreto Armado. Edificações. Diagnóstico.

1. INTRODUÇÃO

As manifestações patológicas estão cada vez mais presentes no dia a dia da construção civil, ocasionando inúmeros problemas para as obras concluídas e até mesmo as que estão em fase de execução, podendo ainda, em casos mais graves, a ocorrência de colapsos. Diversos fatores podem ser favoráveis para tais holocaustos, seja a segregação de materiais com o passar do tempo, falhas na realização de projetos, falhas na execução das obras e até mesmo ocasionados por forças maiores.

A patologia pode ser descrita como uma doença que afeta as edificações, sendo um campo da engenharia que se atem ao estudo das origens, formas das manifestações, consequências e motivos das ocorrências, falhas e degradações das estruturas (SOUZA; RIPPER, 1998).

Essa área do conhecimento é de suma importância ser compreendido e desenvolvido, pois está atrelado ao que diz respeito a qualidade de vida das pessoas, sendo que a construção está presente na vida de todos, como moradias habitacionais, grandes edificações, centros comerciais e toda a infraestrutura de um país.

¹Graduando em Engenharia Civil, Universidade Brasil.

²Mestrado em Engenharia Civil. UNESP – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

A realização desses estudos é essencial a fim de avaliar, caracterizar e diagnosticar possíveis danos; possibilitando definir as melhores ações a serem tomadas capazes de eliminar a ocorrência de tais falhas e anomalias, fazendo com que a qualidade geral das construções melhore (MIOTTO, 2010).

De acordo com Souza e Ripper (1998) a patologia das estruturas trata das causas, dos tipos de manifestação, das consequências e métodos de ocorrência dos danos e mecanismos envolvidos na degradação das estruturas.

Portanto, o presente trabalho abordará os principais tipos de anomalias nas estruturas de concreto armado, incluindo vigas, pilares e lajes, analisando suas causas nas estruturas e tratará de alguns aspectos de manutenções preventivas, a fim de um melhor aproveitamento da construção como um todo.

1.1 O CONCRETO ARMADO

O concreto é um material composto, sua obtenção se origina por uma mistura entre cimento Portland, areia, agregado graúdo e água. Essa mistura é feita de acordo com as proporções adequadas para o desempenho mecânico requerido pela estrutura em questão. Em tal composto, a areia e a pedra atuam como material agregado, sendo quimicamente inertes. Já o cimento, consiste em elemento ligante ou aglutinante, tendo esse efeito adquirido pelo seu endurecimento onde ocorre a transformação química chamada de hidratação.

Pode ser adicionado aditivos químicos, a fim de melhorar suas propriedades, como a resistência, a trabalhabilidade e retardar a velocidade das reações químicas que ocorrem no concreto.

O concreto enrijecido sem a presença de armaduras de aço é denominado concreto simples. De acordo com a ABNT NBR 6118/2023, elementos estruturais elaborados com concreto que não possuem qualquer tipo de armadura, ou que a possuem em quantidade inferior ao mínimo exigido para o concreto armado, é denominado de concreto simples, cujo material apresenta baixa resistência a tração quando comparado com outros elementos constituinte por aço.

Conforme a NBR 6118/2023, um elemento estrutural é considerado concreto armado somente quando for provido de armadura de aço em proporção igual ou superior a mínima exigida pela norma, e, seu comportamento mecânico depende da sua aderência entre armadura e concreto, além de a armadura estar sem a presença de alongamentos prévios antes da materialização dessa aderência.

O concreto armado tem a solução voltada para agir nas limitações de desempenho do concreto simples, contribuindo na resistência a tração. Nas vigas, é constituído o concreto simples em conjunto com a armadura de aço, distribuídas na direção longitudinal da região tracionada.

1.2 DURABILIDADE

De acordo com a norma regulamentadora ABNT NBR 6118:2023, as estruturas precisam ser delineadas e executadas visando as condições ambientais previstas no período em que o projeto é construído, de modo que atendam sua segurança, estabilidade e sua capacidade em serviço durante o prazo correspondente à sua vida útil.

A norma citada acima define que as características das estruturas de concreto devem se manter intactas durante o período para o qual foram projetadas, sem que haja intervenções significativas, desde que atendidos os requisitos de uso e manutenção estabelecidos pelo projetista, bem como de execução dos reparos necessários decorrentes de danos acidentais.

Portanto, a durabilidade das estruturas de concreto armado necessita de integração e cooperativismo de todas as áreas envolvidas no processo, desde a fase da concepção estrutural até o acabamento, incluindo a sua utilização, e, respeitando as suas condições de uso, inspeção e manutenção.

1.3 VIDA ÚTIL

Ao final da vida útil de uma determinada estrutura, surgem a manifestação dos agentes agressivos, desde o aparecimento de manchas na face do concreto até a deterioração do revestimento.

Segundo Helene (1997), a vida útil é apontada como:

- a) Vida útil de serviço: onde surgem as manifestações dos agentes agressivos, desde o aparecimento de manchas até o descascamento do cobrimento, como foi dito anteriormente;
- b) Vida útil de projeto: Período em que se encerra o processo de despassivação da armadura, podendo ou não ocorrer uma corrosão importante futuramente;
- c) Vida útil total: Intervalo de tempo em que a peça estrutural se converte para o processo de colapso parcial ou total. Nesta fase, a estrutura está insatisfatória e os reparos são altamente custosos;
- d) Vida útil residual: Momento em que, a partir de uma análise técnica e altamente minuciosa, a estrutura ainda estará apta para satisfazer suas funções. Desta

maneira, é entendido que a vida útil de uma estrutura é o período compreendido entre seu início e uso, e o momento em que seu desempenho deixa de atender os requisitos pré-estabelecidos.

Ambrósio (2004) ressalva que, apesar dos conhecimentos de engenharia se aperfeiçoarem com o passar dos tempos, inúmeras construções mostram um desempenho abaixo do esperado, seja por falhas, imperícia, incorreta utilização de materiais, deterioração de natureza própria, agravas na realização de projetos, e entre outros fatores. Desse modo, fica evidente a importância da identificação e do diagnóstico preciso das causas de determinadas avarias em relação as estruturas, sendo necessário criar métodos e técnicas de recuperação, garantindo assim a vida útil, segurança, durabilidade e estética das peças, minimizando os custos de manutenção e de construção.

1.4 PATOLOGIA DAS ESTRUTURAS

De modo geral, espera-se que as estruturas atendam às suas finalidades que são impostas, adequando-se aos propósitos estabelecidos em projeto e, levando em consideração o padrão de segurança e de economia da obra.

Dessa forma, para que um produto atinja o padrão de qualidade esperado, é necessário garantir que tal produto esteja sempre em concordância com os requisitos de satisfação do cliente. Tal feito é garantido através de um conjunto de ações necessárias para que as expectativas sejam atendidas.

Os problemas patológicos são motivados por falhas que ocorrem durante a realização das atividades inerentes a etapa de construção, podendo ser dividido em diferentes etapas, tais como a concepção em seu início, a execução e até mesmo após a conclusão da obra, no modo em que é utilizada (SOUZA; RIPPER, 1998).

Segundo Cánovas (1988) muitas estruturas não vão a ruína apenas por uma única manifestação patológica, mas sim por variadas ocorrências de falhas, que de maneira conjunta, prejudica a resistência mecânica do elemento estrutural, ocasionando em consequências gravíssimas.

Em termos de qualidade, é necessário para a fase de projeto garantir a plena satisfação do cliente, facilidade de execução e possibilidade de manutenção razoável; para a fase de implantação deve-se garantir o fiel cumprimento do projeto, e para a fase de utilização é necessário verificar a garantia de satisfação do usuário e a possibilidade de prolongamento da vida útil da obra (SOUZA; RIPPER, 1998).

No livro PATOLOGIA, RECUPERAÇÃO E REFORÇO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO, o autor apresenta uma pesquisa realizado por alguns pesquisadores a fim de identificarem os principais fatores para a ocorrência das patologias. O quadro a seguir apresenta os estudos realizados em diferentes partes do planeta, tendo suas informações dadas em porcentagens.

Quadro 1 – Análise percentual das causas dos problemas patológicos

CAUSAS DOS PROBLEMAS PATOLÓGICOS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO				
FONTE DE PESQUISA	Concepção e Projeto	Materiais	Execução	Utilização e Outras
Edward Grunau Paulo Helene (1992)	44	18	28	10
D. E. Allen (Canadá) (1991)	55	49		0
C.S.T.C. (Bélgica) Varçoza (1991)	46	15	22	17
C.E.B. Boletim 157 (1982)	50	40		10
Faculdade de Engenharia da Fundação Armando Álvares Penteado Verçoza (1991)	18	6	52	24
B.R.E.A.S. (Reino Unido) (1972)	58	12	35	11
Bureau Securitas (1972)	88			12
E.N.R. (U.S.A.) (1968 - 1979)	9	6	75	10
S.I.A (Suíça) (1979)	46	0	44	10
Dov Kaminetzky (1991)	51	40		16
Jean Blévot (França) (1974)	35	0	65	0
L.E.M.I.T (Venezuela) (1965-1975)	19	5	57	19

Fonte: Souza; Ripper, 1998.

Vale ressaltar que nem todos os autores seguem a classificação relativamente às origens dos vários problemas patológicos, sendo que em alguns casos, existem lacunas, pois um pequeno número de pesquisadores considera alguns problemas como resultante de várias causas, por esse motivo a soma percentual das parcelas apresentadas, em alguns casos, é superior a 100.

2.PATOLOGIAS NA ETAPA DE CONCEPÇÃO ESTRUTURAL (PROJETO)

Existem vários surgimentos possíveis que podem ocorrer durante a fase de projeto de uma estrutura. Esses agravos são capazes de apontar durante um estudo prévio (início da

construção), durante a execução de um anteprojeto ou até mesmo durante a tramitação de um projeto final de engenharia.

Dessa maneira, as falhas técnicas provenientes da etapa de projeto são relativamente difíceis de solucionar e altamente custosos, pois a concepção é a origem de qualquer edificação. Assim, os problemas são mais complexos de serem resolvidos do que falhas que podem ocorrer na etapa de anteprojeto.

Segundo Cánovas (1988), quanto a concepção de projetos de estruturas de concreto deve-se levar em consideração quatro aspectos primordiais onde é preciso estar atento e executar todos os requisitos para obtenção do sucesso. São eles:

O cumprimento das condições de equilíbrio básicas da Estática.;

A compatibilidade das deformações dos elementos estruturais e suas uniões;

Representação clara e coesa das dimensões e das disposições de cada peça estrutural, em particular as medidas referentes às armaduras.

A conveniência de desenvolver regras detalhadas em que são dadas todas as características e detalhes dos materiais a serem utilizados na estrutura, a forma de controle e armazenamento, penalidades, e entre outros. Este documento que muitas das vezes é negligenciado, ainda sim é absolutamente essencial e de grande relevância para obtenção de uma construção impecável e de qualidade, e no caso de houver litígio, este documento se torna primordial.

De acordo com Marcelli (2007), equívocos em projetos estruturais não são impossíveis de acontecer e é difícil que não tenha havido algum calculista que já cometeu tais infrações. O que acontece é que em grande parte dos casos eles são reparados em tempo hábil, e ou, não são classificados com alto risco suficientemente para serem percebidos.

2.1 MANIFESTAÇÕES CAUSADAS NA EXECUÇÃO DA ESTRUTURA

Com a conclusão da fase de concepção de projeto, inicia-se à etapa da execução da estrutura. Afinal, antes do processo de construção, existe o planejamento do canteiro de obras para melhor funcionalidade, assim detalhando todas as atividades e seguindo a risca o cronograma de cada parte a ser executada.

Os responsáveis devem estar familiarizados ao projeto e a todas as informações cabíveis a ele, tais como escalas, dimensões, posições e demais medidas para que a execução ocorra, evitando manifestações patológicas futuras. Outro ponto a ser analisado é a qualificação profissional da mão de obra dos colaboradores, visto que a ocorrência de patologias é altamente significativa quando usada a mão de obra desqualificada e que não

esteja em sintonia com as inovações da construção civil, a fim de obter maior qualidade quando aplicada as novas tecnologias construtivas.

Desde o início da construção, está sujeita à ocorrência de falhas de diversas naturezas, ligadas a diversas causas, como a falta de mão de obra qualificada, controle de qualidade praticamente inexistente, má qualidade do trabalho, péssimas condições de trabalho para os funcionários, materiais de segunda categoria e de má qualidade e a irresponsabilidade técnica dos responsáveis.

Pode-se destacar alguns exemplos de patologias geradas por erros na execução de estruturas de concreto armado, como as trincas em vigas devidas à insuficiência de barras de aço, trincas em peças estruturais pelo mau escoramento das formas, falhas e vazios no concreto pertinente a vibração incorreta na concretagem e entre outros fatores (TAKATA, 2009).

2.2 EFEITOS PATOLÓGICOS GERADOS NA UTILIZAÇÃO DA ESTRUTURA

Concluídas as fases de projeto e construção, mesmo com o sucesso desejado e com nenhuma ou poucas chances de ocorrência de danos patológicos, ainda pode ocorrer a incidência de patologias devido ao mau uso e a falta de manutenção da edificação.

Por intermédio da utilização do usuário, este é capaz de expor a estrutura a sucessão de erros por negligência ou ignorância. A utilização da estrutura deve ser percebida de forma semelhante a qualquer dispositivo mecânico ou elétrico, ou seja, deve ser utilizada respeitando o projeto e efetuando as manutenções necessárias conforme instruções dos técnicos responsáveis, assim, mantendo a harmonia com a durabilidade da estrutura.

Em particular, quando falamos de concreto, deve-se ter atenção aos produtos que podem causar corrosão do mesmo e das armaduras de aço, bem como aos valores de sobrecarga permitidos nos elementos estruturais. Alguns exemplos de patologias criadas nesta fase são as fissuras causadas pela retirada da estrutura de suporte para abertura de frestas, seja para janelas, portas ou para qualquer outro fim.

2.3 DIAGNOSTICO TÉCNICO

Ao identificar que o elemento de concreto armado ou protendido está em más condições de usabilidade, é primordial efetuar uma inspeção detalhada e cuidadosamente planejada para diagnosticar as condições da estrutura, avaliar as anomalias existentes, suas causas, as medidas e os métodos a serem adotadas para restauração ou reforço. As medidas a serem tomadas e os limites a observar na avaliação da periculosidade de alguns

mecanismos de deterioração podem e devem ter em conta a importância das estruturas em termos de resistência e durabilidade e sobretudo a agressividade do meio (SOUZA; RIPPER, 1998).

De acordo com os referidos autores citados acima, os dados necessários para uma análise efetiva do diagnóstico da estrutura devem levar em conta os seguintes aspectos:

- 1) classificação analítica do meio ambiente, em particular da agressividade à estrutura em questão;
- 2) levantamento visual e medições da estrutura observando-a com anotações, e medições nos elementos;
- 3) estimativa da resultância dos danos e, se necessário, tomada de medidas urgentes, tais como o escoramento de parte ou de toda a estrutura, diminuição do carregamento, instalação de instrumentos para medidas de deformações e recalque e interdição da estrutura;
- 4) levantamento detalhado dos sintomas patológicos, inclusive com documentação fotográfica, medidas de deformações (se necessário, com aparelhos topográficos), avaliação da presença de agentes corrosivos, de carbonatação, mensuração de trincas e fissuras, observando suas posições, extensões e aberturas), e entre outros;
- 5) reconhecimento dos agravos quanto à concepção da estrutura (projeto), sua execução e ainda quanto à sua utilização e manutenção;
- 6) análise do projeto original e dos projetos de modificações e ampliações, caso existam, de forma a determinar possíveis deficiências na concepção ou no dimensionamento dos elementos estruturais danificados;
- 7) instrumentação da estrutura e realização de ensaios especiais, inclusive em laboratório, compreendendo:
 - I. tipologia e intensidade dos sistemas de deterioração e dos agentes agressores;
 - II. medições: geometria, nível, prumo e excentricidades; mapeamento das fissuras; determinação de flechas residuais; evolução da abertura de fissuras e de deformações;
 - III. estudos e ensaios: verificação dimensional dos elementos (seção transversal do concreto, armaduras, cobrimento), investigação geotécnica, avaliação da resistência do concreto e das características do aço; e entre outros fatores.

2.4 APRESENTAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES ENCONTRADAS

Nos tópicos abaixo serão apresentadas algumas ocorrências de manifestações patológicas, com o uso de fotografias para identificar e analisar cada uma delas, apontando sua localização na edificação, prescrevendo suas possíveis causas, juntamente com a descrição de cada patologia.

3. VIGA FISSURADA POR ESFORÇO DE FLEXÃO

A manifestação patológica destacada a seguir é estabelecida por fissuras perpendiculares, elas são maiores e mais acentuadas à medida que o esforço de tração é maior, e a armadura é mau projetada para o esforço solicitante.

Próximo aos apoios, as fissuras costumam apresentar uma inclinação de aproximadamente 45° devido ao esforço cortante empregado no elemento estrutural. No que se refere a vigas mais altas e de grandes seções, as vigas apresentam inclinação próxima a 60° .

Essas fissuras começam na região tracionada e diminuem de tamanho à medida que se aproximam da linha neutra. A principal influência no surgimento dessas avarias é a falta da armadura responsável pela resistência à tração. A falha destacada pode ocorrer tanto na concepção de projeto, quanto na execução do mesmo, seja por descuido ou por falta de conhecimento.

1766

Figura 1 – Fissuração de viga



Fonte: Guide Engenharia

Thomaz (1989) ressalva que, no que diz respeito as fissuras, sua localização se dão perpendicularmente aos esforços de tração na viga, sendo verticais no terço médio do vão e apresentam frestas maiores em direção à face interior no qual a viga sofre maior esforço de tração.

3.1 TRINCA EM VIGA

Figura 2 – Trinca vertical em viga



Fonte: Autor próprio

A imagem acima destaca uma trinca vertical que atinge o vão central da viga em sua face lateral. Levando em consideração o local onde se encontra essa trinca, é compreendido que ela tem seu surgimento causado pelo excesso de carga, sendo caracterizada como uma trinca por flexão.

Segundo Oliveira (2012), sobrecargas podem causar fissuras em elementos estruturais como vigas, pilares e paredes. Na realização do projeto estrutural, para efeito de normas, as sobrecargas atuantes sempre devem ser levadas em conta, visto que no caso em evidência, o erro pode ter ocorrido na execução do projeto ou do cálculo estrutural, como também ela pode estar sendo forçada com uma sobrecarga superior do que foi planejada no projeto.

No exemplo citado, a trinca possui abertura entre 0,3 mm e 0,7 mm, devendo ser destacada com grande atenção. Ambrósio (2004) diz que, a variação padrão das aberturas de fissuras é dita como níveis de alerta nos casos citados a seguir:

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

3.2 Corrosão em viga de concreto armado

Na imagem abaixo, nota-se o surgimento de oxidação nas armaduras, isto, devido a sua exposição ao meio agressivo, atuando em conjunto com um concreto de má qualidade, originado pela dosagem incorreta dos componentes, relação água/cimento fora dos padrões exigidos, granulometria dos agregados inadequadas e porosidade do concreto em níveis altos.

As manifestações vistas neste caso, são causadas pelo uso de fôrmas de madeira sem aplicação de um produto desmoldante, no qual tem a tendência em absorver parte da água do concreto, e no processo de desforma, o concreto aderido a ela se desfaz do elemento concretado. Isso, atrelado a um concreto de má qualidade, reduz a resistência da estrutura, na qual expõe a armadura à corrosão.

Figura 3 – Corrosão nas armaduras



Fonte: Autor próprio

De acordo com AMBRÓSIO (2004), as estruturas de concreto armado apresentam ocorrências de corrosão das armaduras, devido aos seguintes fatores:

- Concreto poroso;
- Existência de anomalias no concreto;
- Cobrimento insuficiente da armadura;
- Ataque externo de cloretos e outros agentes químicos.
- Utilização de adesivos a base de cloretos e outros agentes químicos;

Segundo Souza e Ripper (1998), no caso de estruturas recém-construídas, os reparos devem ser feitos imediatamente após a retirada das fôrmas, para diminuir a possibilidade de existirem grandes diferenças entre as propriedades dos dois concretos. O concreto de reposição deverá ter resistência no mínimo igual à do concreto existente na estrutura, possuir granulometria e diâmetro máximo dos agregados compatíveis com o serviço, além de apresentar uma trabalhabilidade conveniente, a qual poderá ser melhorada com o uso de aditivos fluidificantes.

Uma maneira de prevenir a ocorrência dessa patologia é a utilização de espaçadores nas armaduras, pois com a aplicação desse simples mecanismo a armadura não se move durante a concretagem, desse modo, ocorre menos risco dela ficar expostas após a conclusão da sua execução

3.3 FALHA PRESENTE EM VIGA DEVIDO A EXECUÇÃO

A imagem ilustra a quebra proposital em uma viga de maneira equivocada, de modo a posicionar condutores elétricos em local inapropriado. Observa-se também a ruptura de seção do concreto.

Com a seção do concreto interrompida, pode-se acarretar a graves problemas de estabilidade da viga, juntamente com fissuras e trincas, que desencadeia o processo de corrosão da armadura, mesmo havendo reparos de cobrimento da peça danificada.

Figura 4 – Falha de execução



Fonte: Autor próprio

1769

É possível apontar como principais fatores causadores este delito, a criação, a compatibilização e a execução dos projetos. Quando não há compatibilização entre os projetos arquitetônico, estrutural, elétrico e hidrossanitário, a ocorrência desse tipo de erro se torna numerosa.

De acordo com a obra PATOLOGIA, RECUPERAÇÃO E REFORÇO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO, inúmeras falhas, também denominadas de Patologias de Projeto, são possíveis de ocorrer durante a etapa de concepção da estrutura. Elas podem se originar durante o estudo preliminar, durante a execução do anteprojeto, ou ainda durante a elaboração final do projeto de execução (SOUZA; RIPPER, 1998).

CONCLUSÃO

O presente estudo exposto teve como objetivo principal tratar das diferentes manifestações encontradas na edificação, como trincas, fissuras e entre outras, mostrando que as principais patologias existentes podem ser evitadas.

De acordo com esses aspectos e com base nos resultados encontrados ao longo da metodologia de trabalho, concluiu-se que é indispensável a necessidade de se atentar com o

que se refere a patologias das construções, bem como no quesito da prevenção, das causas e das consequências dessas manifestações a fim de evitar a sua ocorrência, visto que os danos podem ser irreversíveis, e nos casos mais graves, são capazes de ocasionar em um colapso da estrutura. Mesmo com este cenário alarmante, nota-se que muitos profissionais da engenharia negligência ou tem pouco conhecimento técnico no que diz respeito as patologias.

Segundo Miotto (2010), é fundamental a realização de estudos que busquem avaliar, caracterizar e diagnosticar a ocorrência de danos prediais, pois são fundamentais para o processo produtivo e da utilização das edificações, permitindo encontrar medidas eficazes para eliminar a ocorrência desses agravos, assim, melhorando a qualidade das edificações.

É preferível prevenir a ter que reparar algum dano posteriormente, sendo que o mesmo acarreta a um retrabalho dificultoso e com grandes gastos não previstos no orçamento da edificação. Dessa maneira, é válido que se intensifique a qualificação dos engenheiros civis a fim de que as vistorias técnicas periódicas se tornem uma ação recorrente para as práticas de prevenção.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AMBRÓSIO, Thais da Silva. Patologia, tratamento e reforço de estruturas de concreto no metrô de São Paulo. Trabalho de conclusão de curso: São Paulo, 2004.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. 2023.

CÁNOVAS Manoel Fernández. Patologia e terapia do concreto armado. Tradução de Maria Celeste Marcondes, Carlos W. F. dos Santos, Beatriz Cannabrava. São Paulo: Pini, 1988.

HELENE, Paulo Roberto Lago. Manual para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto. São Paulo: Pini, 1997.

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

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

OLIVEIRA, Alexandre Magno. Fissuras trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações. Monografia (Especialização em Gestão em Avaliações e Perícias) – Universidade Federal de Minas Gerais: Belo Horizonte, 2012.

SOUZA, Vicente Custódio Moreira; RIPPER, Thomaz. Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto. São Paulo: Pini, 1998.

TAKATA L. T. 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.

THOMAZ, E. Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação. São Paulo: Pini, 1989.