



PATOLOGIAS EM VIGAS FLETIDAS

Sabrina Maria Castro Cordeiro¹

Marcilio Gonçalves de Farias Pereira²

Pedro Eduardo Simão Bezerra³

Carliane Damasceno de Souza⁴

João Gustavo Gonçalves Ibiapina⁵

RESUMO

O objetivo deste artigo é um levantamento bibliográfico sobre o tema patologia das vigas de concreto armado fletidas. Ademais, especificamente, analisar quais são as origens e apontar as principais e mais comuns manifestações nas vigas concreto armado. Entende-se por patologia do concreto armado a ciência que estuda os sintomas, causas, mecanismos e origens dos problemas patológicos encontrados nas estruturas de concreto armado. Lembrando que para um dano qualquer, existe a possibilidade de vários fatores serem responsáveis. Os agentes causadores de manifestações patológicas possuem diversas origens, desde falha humana, tanto no projeto como execução, até problemas com a estrutura química dos componentes dos materiais, ou ainda, ataques de agentes agressivos ao material concreto e às armaduras. Para uma melhor compreensão das causas e origens, estas foram divididas e detalhadas em três grandes grupos, apresentados a seguir: causas intrínsecas de manifestações patológicas, causas extrínsecas, e processo físico de deterioração de vigas de concreto armado. Conclui-se que há uma grande necessidade pela busca de qualidade na construção civil, assim como em qualquer outra área da engenharia civil. É preciso entender que, para uma estrutura de concreto armado alcançar um bom nível, com a ausência de manifestações patológicas, todas as áreas envolvidas, desde a mão de obra de execução e os projetistas, os materiais utilizados, o conhecimento sobre o solo e o ambiente no qual se deseja construir, devem estar em harmonia de excelência.

Palavras-chave: Patologia. Vigas. Flexão.

¹Graduanda em Engenharia Civil - Christus Faculdade do Piauí

²Mestre em Engenharia de Materiais – Instituto Federal do Piauí

³Graduando em Engenharia Civil – Christus Faculdade do Piauí.



1 INTRODUÇÃO

Desde o início da civilização, o homem preocupa-se com a construção de estruturas adaptadas às suas necessidades, sejam elas habitacionais, laborais, ou de infraestrutura. Assim, a humanidade, acumulou um grande acervo científico ao longo dos séculos que permitiu o desenvolvimento da tecnologia da construção, abrangendo a concepção, a análise, o cálculo e o detalhamento das estruturas, a tecnologia de materiais e as técnicas de construção (Ripper e Souza, 1998).

Um lado negativo nesse fato vem do aparecimento de novos materiais de construção, como os aditivos, aglomerantes, adesivos, painéis, argamassas, revestimentos, plásticos, com eficiência e durabilidade ainda não conhecidos pelo uso, tempo e adequada utilização (Bauer, 2018).

Se remontarmos a história antiga, vamos encontrar há 4000 anos o código de Hamurabi, elabora na Mesopotâmia, região hoje em disputa entre IRAQUE e IRÃ onde, entre 286 artigos, que o Deus SCHAMASCH encomendou, pelo menos três deles, tratam do assunto, sendo mais conhecido, que obrigam o construtor que por erro, tiver sua obra mal executada, e acidentada, a obrigação de reconstruí-la por sua conta. O código Civil Brasileiro em seu artigo 1245 reproduz este artigo, em seu espírito (Bauer, 2018, p. 405).

O crescimento acelerado da construção civil provocou a necessidade de inovações que trouxeram novos riscos as construções. Com estes riscos, dentro de certos limites, o progresso do desenvolvimento tecnológico aconteceu naturalmente, e, com ele, o aumento do conhecimento sobre estruturas e materiais, em particular através do estudo e análise dos erros acontecidos, que têm resultado em deterioração precoce ou em acidentes (Ripper e Souza, 1998).

Frequentemente após a construção, durante toda a vida útil da edificação, aparecem os sintomas e respectivos danos físicos característicos. Conhecer os mecanismos e formas de deterioração das vigas de concreto, possibilita a promoção de um dos passos fundamentais para a realização de uma avaliação real das condições das estruturas danificadas e implementar



soluções (RIPPER e SOUZA, 1998). As fissuras podem ser consideradas como a manifestação patológica característica das estruturas de concreto e chama a atenção para o fato de que algo de anormal está acontecendo (Bianchini, 2008).

Segundo Sussekind (1985), as fissuras são indesejáveis e antiestéticas. Além de causar um efeito psicológico negativo, essas manifestações patológicas geram gastos para efetuar os reparos necessários. A perfeita identificação da causa da fissura é o primeiro passo para a tomada de decisão sobre o tipo de tratamento a ser utilizado, se há ou não a necessidade de se executar reforços estruturais na peça fissurada ou, em casos extremos, se a peça está condenada a demolição (Souza e Ripper, 1998).

Designa-se genericamente por Patologia das estruturas esse novo campo da engenharia das construções que se ocupa das origens, formas de manifestação, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de degradação das estruturas (Souza e Ripper 1998, p.14).

Diversas são as causas que levam uma estrutura a sofrer danos, por isso é de extrema importância o estudo desse ramo da engenharia, para que sejam evitadas manifestações patológicas que venham a diminuir a durabilidade das estruturas, assim como é necessário um conhecimento de como solucionar e recuperar aquelas que apresentam o problema, de maneira a curá-las e impedir que o agente causador volte à causar o mesmo problema.

2 OBJETIVO

Revisar a literatura sobre a patologia das vigas de concreto armado fletidas, identificando suas principais origens e manifestações patológicas para aprimorar práticas de projeto e manutenção.

3 MÉTODO

Este estudo utilizou uma abordagem de levantamento bibliográfico para examinar a patologia das vigas de concreto armado fletidas. A metodologia envolveu a revisão de artigos científicos, livros e normas técnicas para identificar as principais origens e manifestações

Tema : Inteligência artificial: impactos sociais e éticos-legais



patológicas. As causas foram classificadas em três grupos: intrínsecas, extrínsecas e processos físicos de deterioração. Foram analisadas as características das manifestações patológicas, como fissuras e outros danos, considerando tanto fatores internos quanto externos. A análise dos dados permitiu a identificação de padrões comuns e a formulação de recomendações para melhorar as práticas de projeto, execução e manutenção.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A escolha deste tema vem da necessidade de se evitar a ocorrência de manifestações patológicas em vigas de concreto armado fletidas, que acabam por diminuir a vida útil e desempenho das edificações, além de gerar um acréscimo de custo para recuperar e reforçar uma estrutura afetada.

O objetivo deste artigo é um levantamento bibliográfico sobre o tema patologia das vigas de concreto armado fletidas. Ademais, especificamente, analisar quais são as origens e apontar as principais e mais comuns manifestações nas vigas concreto armado.

4.1 CONCEITOS BÁSICOS

4.1.1 Conceito de patologia em vigas de concreto armado

Entende-se por patologia do concreto armado a ciência que estuda os sintomas, causas, mecanismos e origens dos problemas patológicos encontrados nas estruturas de concreto armado. Lembrando que para um dano qualquer, existe a possibilidade de vários fatores serem responsáveis. Estes danos podem vir apenas a causar incômodos para aqueles que irão utilizar a obra com a finalidade para qual foi feita, tais como pequenas infiltrações até grandes problemas que podem levar a estrutura ao colapso (Helene, 1988).

Geralmente em casos de acidentes catastróficos, como por exemplo, prédios que vão a ruína, não obedecem apenas a uma origem apenas, mas sim várias que juntamente acabam levando a estrutura ao colapso. Não é difícil encontrar estruturas nas quais foi cometido um grande erro em qualquer uma das etapas e mesmo assim não apresentam grandes danos. Do contrário, pode-se encontrar estruturas muito danificadas que reduzem a durabilidade e



resistência mecânica, mas que sua causa vem de erros ou falhas menores, mas quando atuam de maneira conjunta, superpõem seus efeitos e trazem graves consequências (Cánovas, 1988).

4.1.2 Manifestações patológicas geradas na concepção da viga

Manifestações patológicas em estruturas de concreto armado que tenham sua causa na concepção do projeto são aquelas que advêm de um mau planejamento do mesmo ou falhas técnicas, sejam por desconhecimento ou negligência. Podem se originar de um mau lançamento da estrutura, erro em execução de anteprojeto ou até mesmo na elaboração do projeto de execução. Pode ser citado como exemplo, fissuras em uma viga devido ao erro de cálculo da flecha, ou fissuras de elementos estruturais devido a não ser respeitado ou negligenciado o Estado Limite Último.

Geralmente as falhas geradas nesta etapa terão como consequência problemas patológicos com soluções mais dificultosas e com maior valor de custo de reparo do que problemas patológicos gerados nas etapas seguintes.

Segundo Souza e Ripper (1998), geralmente os empecilhos e o fator custo para curar uma estrutura com danos originários de falhas da concepção do projeto, são proporcionais à antiguidade da falha, ou seja, erros no início da concepção e levados adiante nas outras etapas, tendem a causar um maior prejuízo. Uma falha no estudo preliminar leva a uma solução mais trabalhosa e complexa do que uma falha que venha a ocorrer na fase do anteprojeto, por exemplo.

4.1.3 Manifestações patológicas geradas na fase de execução das vigas

Após o término da concepção do projeto dá-se início à etapa da execução da estrutura. Nesta fase, antes de qualquer processo de construção, deve haver o planejamento do canteiro da obra para o bom andamento da mesma, assim como a programação de todas as atividades e também o cronograma como tempo limite de cada parte a ser executada.

A partir do instante em que é iniciada a construção, a mesma já está suscetível à ocorrência de falhas das mais diversas naturezas, associadas a causas variadas como falta de mão de obra qualificada, controle de qualidade praticamente inexistente, execução da obra com



pouca qualidade, péssimas condições de trabalhos para os funcionários, materiais de segunda linha com qualidade péssima, irresponsabilidade técnica dos responsáveis e até mesmo sabotagem. Pode-se citar como exemplos de patologias geradas por erros na execução de estruturas de concreto armado, trincas em vigas devidas à falta de barras de aço, trincas de elementos estruturais devido ao mau escoramento das formas, falhas no concreto devido a precária vibração do concreto (Takata, 2009).

4.1.4 Manifestações patológicas geradas na fase de utilização da estrutura

Finalizadas as etapas de concepção e execução da estrutura, ainda que com o sucesso desejado e sem ou reduzidas margens de chances de ocorrências de danos patológicos, poderão ainda ocorrer patologias devido ao errôneo manuseio.

Após a liberação da obra para o usuário, este poderá causar danos na estrutura, seja por desleixo ou ignorância. O uso da estrutura deve ser visto de maneira análoga a qualquer equipamento mecânico ou elétrico, ou seja, deve-se usá-la respeitando o projeto e realizando as manutenções necessárias indicadas pelos responsáveis técnicos.

Em especial, quando se fala em concreto, deve-se dar atenção para produtos que venham a causar corrosão do mesmo e das armaduras de aço, assim como para os valores de sobrecargas permitidos nos elementos estruturais. Alguns exemplos de patologias geradas nesta fase são trincas devido à retirada de alguma estrutura para abrir vãos, seja para janelas, portas ou qualquer outra finalidade.

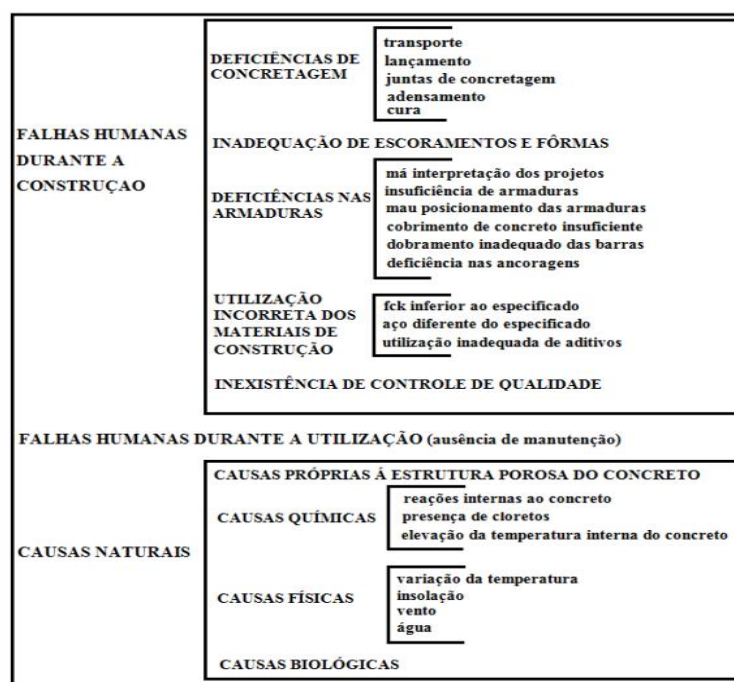
4.2 ORIGEM DA DETERIORAÇÃO EM VIGAS FLETIDAS

Os agentes causadores de manifestações patológicas possuem diversas origens, desde falha humana, tanto no projeto como execução, até problemas com a estrutura química dos componentes dos materiais, ou ainda, ataques de agentes agressivos ao material concreto e às armaduras. Para uma melhor compreensão das causas e origens, estas foram divididas e detalhadas em três grandes grupos, apresentados a seguir: causas intrínsecas de manifestações patológicas, causas extrínsecas, e processo físico de deterioração de vigas de concreto armado.

4.2.1 Causas intrínsecas de manifestações patológicas

Souza e Ripper (1998) classificam causas intrínsecas como aquelas em que os processos de deterioração das estruturas são inerentes a elas mesmas, ou seja, as que se originam dos materiais e das peças estruturais, durante as fases de execução ou utilização, por falhas humanas, por questões próprias ao material concreto e por ações externas, inclusive acidentes.

Figura 1 - Causas intrínsecas de manifestações patológicas.



Fonte: Souza; Ripper, 1998.

4.2.2 Causas extrínsecas de manifestações patológicas

Souza e Ripper (1988) classificam as causas extrínsecas como sendo aquelas que ocorrem independentemente da estrutura em si, assim como da composição dos materiais como concreto e aço e de erros de execução. De maneira geral podem ser entendidas como os fatores que atacam a estrutura de fora para dentro durante a concepção e vida útil da estrutura.

Figura 2 - Causas extrínsecas de manifestações patológicas.

FALHAS HUMANAS DURANTE O PROJETO	Má avaliação de cargas Inadequação ao ambiente Incorreção na relação Solo-Estrutura Incorreção na Consideração de juntas de Dilatação
FALHAS HUMANAS DURANTE A UTILIZAÇÃO	Sobrecargas Exageradas Alteração das condições do terreno de fundação
AÇÕES MECÂNICAS	Choques de Veículos Recalque de Fundações Acidentes (Ações Imprevisíveis)
AÇÕES FÍSICAS	Variação de Temperatura Insolação Atuação da água
AÇÕES QUÍMICAS	
AÇÕES BIOLÓGICAS	

Fonte: Souza; Ripper, 1998.

4.2.3 Processos Físicos de deterioração das vigas de concreto

Como efeito direto e visível da atuação dos agentes extrínsecos e intrínsecos, os processos físicos de deterioração são muitas vezes o sincretismo dos dois últimos.

Figura 3 – Processos físicos de deterioração das vigas de concreto

FISSURAÇÃO	Deficiências de projeto Contração Plástica Assentamento do concreto / Perda de Aderência Movimentação de Escoramentos e / ou Fôrmas Corrosão das Armaduras
DESAGREGAÇÃO DO CONCRETO	
DESGASTE DO CONCRETO	

Fonte: Souza; Ripper, 1998.

2.3 CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM VIGAS DE CONCRETO FLETIDAS

Esta manifestação patológica em vigas de concreto armado se caracteriza por fissuras perpendiculares à linha de tração da estrutura, estas são maiores e mais acentuadas tanto quanto maior for o esforço de tração e tanto quanto maior for a insuficiência da armadura.

Segundo Thomaz (1989), são fissuras que se localizam perpendicularmente aos esforços de tração, sendo praticamente verticais no terço médio do vão e possuem aberturas maiores em direção à face interior no qual a viga está sofrendo maior valor de tração. Nos apoios as fissuras tem inclinação próxima a 45° com a horizontal, devido ao esforço cortante. Em vigas altas a inclinação tende a ser 60° .

Estas fissuras têm início na zona submetida a tração e ao se aproximarem da linha neutra diminuem de tamanho, até desaparecerem na compressão. Tem como fator causador a insuficiência de armadura responsável por resistir à tração, o erro pode ter ocorrido na concepção do projeto ou na execução, tanto por negligência, como por falta de conhecimento.

Figura 4 – Fissuras causadas pela flexão em viga.



Fonte: Araldi, 2013.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo apresentou um estudo sobre o tema patologia das vigas de concreto armado fletidas. Além disso, especificamente, analisou quais são as origens e apontou as principais e mais comuns manifestações nas vigas concreto armado.

Como foi visto, são inúmeras as causas e origens que levam uma estrutura a problemas patológicos. Podendo estas se originar nas fases de projeto, execução e utilização de um elemento qualquer. As causas foram divididas em três grandes grupos: causas intrínsecas, extrínsecas e processos físicos de deterioração, para que assim possa haver um melhor entendimento de que uma manifestação patológica pode se originar devido a fatores externos, internos ou ainda da combinação de ambos. Ficou claro que as causas são inúmeras, passando por problemas na constituição química dos materiais, fenômenos da natureza como a sazonalidade, erros humanos tanto no projeto como execução devido à negligência ou falta de qualidade, até ataques biológicos e de agentes agressivos às armaduras e ao concreto. Outro



ponto analisado foram as características patológicas encontradas em vigas de concreto armado, fundamentais para identificar e posteriormente buscar a terapia adequada.

Conclui-se que, há uma grande necessidade pela busca de qualidade na construção civil, assim como em qualquer outra área da engenharia civil. É preciso entender que para uma estrutura de concreto armado alcançar um bom nível, com a ausência de manifestações patológicas, todas as áreas envolvidas, desde a mão de obra de execução e os projetistas, os materiais utilizados, o conhecimento sobre o solo e o ambiente no qual se deseja construir, devem estar em harmonia de excelência. Pois de nada adianta haver um bom quadro humano na área da execução, se os materiais utilizados são de baixa qualidade e procedência desconhecida. Para evitar a ocorrência de problemas patológicos, todos os aspectos devem andar juntos e possuírem um padrão mínimo de aceitação.



REFERÊNCIAS

ARALDI, E. **Reforço de pilares por encamisamento de concreto armado: Eficiência de métodos de cálculo da capacidade resistente comparativamente a resultados experimentais.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

BAUER, L. A. Falcão. **Materiais de construção, 1.** 5 Ed. Revisada. Rio de Janeiro: LTC, 2018. 488p.

BIANCHINI, Mauricio; et al. Fissuras em aristas de vigas nas primeiras idades do concreto. In: Congresso Brasileiro do Concreto. 50º .2008. [S.L.]. p 2.

CÁNOVAS, M. F. **Patologia e Terapia do Concreto Armado.** 1 Ed. Tradução de M. C. Marcondes; C. W. F. dos Santos; B. Cannabrava. São Paulo: Ed. Pini, 1988. 522 p.

HELENE, Paulo R.L. **Manual prático para reparo e reforço de estruturas de concreto.** São Paulo: Pini, 1992. 119 p.

SOUZA, V. C.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.** São Paulo: Pini, 1998. 255 p.

SUSSEKIND, J. C. Curso de concreto, vol. 2, 2ª Ed. Rio de Janeiro. Ed. Globo, 1985.

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.