

## PATOLOGIA ESTRUTURAL E INSTRUMENTAÇÃO UTILIZADA PARA A REALIZAÇÃO DE PERÍCIA ESTRUTURAL

[\[ver artigo online\]](#)

Vanessa de Melo GOMES<sup>1</sup>

### RESUMO

O presente artigo trata da patologia estrutural em peças de concreto armado, tendo como objetivo apresentar a importância de um estudo patológico, as manifestações patológicas, as origens e as causas encontradas no âmbito da construção civil, em suas diversas etapas, desde a concepção do projeto até a utilização da estrutura. Posteriormente, as intervenções possíveis (recuperação, reparo e reforço) sem comprometer toda a edificação e assim, evitar um colapso total da estrutura de modo a garantir a segurança e durabilidade da edificação, cumprindo então o fim para que foi projetado. E por fim, a instrumentação empregada para a verificação do grau de risco das patologias que auxilia os profissionais na perícia estrutural. A metodologia adotada neste trabalho foi referenciado em pesquisas bibliográficas, a partir de livros e artigos que tratam sobre o assunto fundamentado nas concepções de autores como: Ripper (1998), Helene (2002), Canovas (1988) e Valenzuela Saavedra (2010).

**Palavras-chave:** Patologia; Estudo; Instrumentação; Perícia.

## STRUCTURAL PATHOLOGY AND INSTRUMENTATION USED FOR THE REALIZATION OF STRUCTURAL EXPERTISE

### ABSTRACT

The present article deals with the structural pathology in reinforced concrete parts, aiming to present the importance of a pathological study, the pathological manifestations, the origins and the causes found in the context of civil construction, in its various stages, from the design of the project until the use of the structure. Subsequently, possible interventions (recovery, repair and reinforcement) without compromising the entire building and thus avoiding a total collapse of the structure in order to ensure the safety and durability of the building, thus fulfilling the purpose for which it was designed. And finally, the instrumentation used to verify the degree of risk of pathologies that helps professionals in structural expertise. The methodology adopted in this work was referenced in bibliographical research, from books and articles that deal with the subject based on the conceptions of authors such as: Ripper (1998), Helene (2002), Canovas (1988) and Valenzuela Saavedra (2010).

**Keywords:** Pathology; Study; Instrumentation; Expertise.

<sup>1</sup> Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Cândido Mendes (UCAM). Pós-graduada em nível de Especialização em Estruturas de Concreto Armado (Única); Engenharia de Avaliações e Perícias (UNIBF); e Orçamento, Planejamento e Controle na Construção Civil (UNIBF). Rio de Janeiro – RJ. E-mail: vamelogomes@gmail.com



## 1 INTRODUÇÃO

A escolha do tema abordado vem da necessidade de analisar, corrigir, evitar e prevenir erros que possam encurtar a vida útil da estrutura. Vale destacar, que são inúmeras as origens, as causas e as consequências que levam uma estrutura a adquirir algum tipo de patologia estrutural, por este motivo, é fundamental durante todo o processo construtivo um estudo de todas as etapas.

Neste contexto, o presente trabalho foi baseado nas seguintes questões:

- Quais são as origens e causas do surgimento de patologias estruturais em peças de concreto armado?
- O que pode ser feito após a identificação de patologias estruturais?
- Quais são as instrumentações que podem ser usadas para auxiliar na perícia estrutural?

A NBR 6118 (ABNT, 2014) estabelece que toda estrutura em concreto armado deve ser projetada respeitando parâmetros de segurança, estabilidade e aptidão em serviço, levando sempre em consideração as condições ambientais em que a estrutura é submetida, durante a sua vida útil. Daí a importância sobre o estudo do presente trabalho, a construção civil cresce cada vez mais com o decorrer do tempo e falhas durante algum processo de construção e de utilização são inadmissíveis para a qualidade da estrutura.

A qualidade estrutural é a parte fundamental na construção civil para que uma edificação seja segura e tenha uma vida útil durável. Para uma estrutura de concreto armado ter um bom nível e livre de manifestações patológicas, todas as etapas da construção, assim como os responsáveis pelas possíveis falhas nas etapas do projeto – os projetistas, qualidade do material – fabricante e fornecedor, etapa de execução – mão de obra ou fiscalização, etapa de utilização – operação e manutenção, devem estar em total harmonia pois de nada adianta o cumprimento correto de apenas algumas etapas.

*"A patologia pode ser entendida como a parte da engenharia que estuda os sintomas, os mecanismos, as causas e origens dos defeitos das construções civis, ou seja, é o estudo das partes que compõem o diagnóstico do problema". (HELENE, 1992, p. 19).*

## 2 PATOLOGIA ESTRUTURAL EM PEÇAS DE CONCRETO ARMADO

A fim de estudar melhor as manifestações patológicas, uma nova área de estudos foi iniciada, chamada de Patologia do Concreto Armado.

Um estudo patológico tem por objetivo atender casos diversos, podendo identificar situações de risco ainda na fase de elaboração de projeto, bem como a necessidade de intervenções urgentes. Essas patologias, podem se manifestar através de diversos tipos, como: fissuras, trincas, infiltrações e danos por umidade excessiva na estrutura.

Segundo Souza e Ripper (1998):

Designa-se genericamente por Patologia das estruturas esse no 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.

As patologias que são encontradas com maior frequência em estruturas de concreto armado, dentre as principais destacam-se:

- **Infiltração:** Para Fusco (2008), os mecanismos de agressão podem ser diversos tipos de natureza física e química. O autor ainda afirma que os mecanismos de agressão dependem de mecanismos de transportes e a existência de O<sub>2</sub> bem como água disponível na massa de concreto, o segundo pode ser desencadeado devido a desconformidade no processo de fabricação do concreto, em descumprimento ao fator a/c estipulado pelo projeto. Excesso de água na massa de concreto, desencadeia um maior número de vazios (poros) na massa de concreto, tendo em vista que após o processo de cura, toda a água sobressalente evapora, deixando, então, espaços vazios, que favorece o surgimento de goteiras e infiltrações.
- **Manchas:** Verçoza (1991), afirma que as manchas em estruturas de concreto, são indicativos de vazamentos internos à estrutura, dizendo que

muitas das vezes estes vazamentos podem ser localizados e identificados por uma simples inspeção visual. Podem ser manchas provenientes de vazamentos em calhas, goteiras, rompimento de tubos, entre outros fatores.

- Bolor ou mofo: Castro e Martins (2014), define como bolor um fenômeno patológico que tem a participação de fungos, bactérias, entre outros microrganismos, e a participação, também, de roedores e cupins, de modo a contribuir para uma deterioração mais rápida da estrutura, tais fenômenos, podem incorrer na produção de ácido sulfúrico e ácidos cítrico ou oxálico. Os autores consideram ainda como mofo sendo uma colônia de fungos. Que podem vir a causar problemas não só que prejudiquem a estrutura, mais também, problemas pertinentes à saúde das pessoas que estão em contato com o local que apresenta este tipo de patologia.

- Fissuras: Para Souza e Ripper (1998), as fissuras podem ser consequência das mais diversas causas patológicas, desde origem intrínsecas e extrínsecas. Sabendo que a fissuração ocorre por uma falha estrutural, o autor afirma que ao identificar um processo de fissuração, o primeiro passo é fazer a elaboração do mapeamento das fissuras, e conseqüentemente, a classificação. De acordo com Helen Veloso (2014), no blog: [blogdopetcivil.com](http://blogdopetcivil.com), podem ser do tipo:

- Fissuras por recalque de fundação: Proveniente do recalque do solo, geralmente são fissuras inclinadas, indo em direção ao ponto de maior recalque, são decorrentes das tensões de cisalhamento.

- Fissuras por movimentação térmica: Embora o aço e o concreto, possuam um coeficiente de dilação muito próximo entre si, este tipo de fissura é encontrado em estruturas que são submetidas a variações de temperaturas com grande frequência, em sua maioria, são encontradas nas superfícies das lajes, geralmente provocam fissuras horizontais em sua parte inferior.

- Fissuras por sobrecarga ou acúmulo de tensões: As peças estruturais de concreto são dimensionadas admitindo alguns parâmetros de deformação,

sendo permitido pela NBR 6118/2014, um mínimo de deformação, essas fissuras geralmente desencadeiam fissuras onde ocorre os esforços de tração.

➤ Fissuras por retração do cimento: Provocadas pelo excesso de água no concreto, quando esta evapora, o concreto diminui o volume inicial, acarretando em fissuras superficiais nas superfícies da peça.

Já as origens das patologias são classificadas em 4 tipos:

- Congênitas: São aquelas que surgem ainda na fase de projeto. As falhas na concepção de projetos, consiste muitas vezes em má definição dos esforços atuantes na estrutura, inadequação do projeto civil com o arquitetônico, pouco detalhamento, detalhes construtivos de difícil execução, a não padronização de procedimentos a serem adotados, erros no dimensionamento de peças estruturais, entre outras causas.

A concepção do projeto, é onde deve ser feito um estudo preliminar para a idealização do empreendimento, e muitas falhas são provenientes desta etapa, para Souza e Ripper (2009) um problema patológico é diretamente proporcional ao tempo que a falha existe, logo se ocorre alguma desconformidade na concepção do projeto, os custos com restauração, reforço, entre outros, é relativamente alto.

- Construtivas: São aquelas que surgem na fase de execução da obra. Uma vez, iniciada a execução da obra, falhas de diversas naturezas podem vir a ocorrer, estando associadas a muitas causas diferentes, entre estas, as mais comuns são: falta de condições adequadas de trabalho, falta de mão-de-obra, inexistência de um rígido controle de qualidade para verificar as etapas construtivas, baixa qualidade dos materiais utilizados, negligência técnica, como, falta de prumo, de esquadro e alinhamento das alvenarias com os elementos estruturais, deficiência em instalações hidráulicas e elétricas, excessivas flechas em lajes, pisos desnivelados, entre outras desconformidades facilmente identificadas.

Souza e Ripper (2009) afirma que a execução do projeto só poderá ser iniciada após a fase da concepção, devendo, no anteprojeto, ser concluído todo o estudo e projetos que são pertinentes a uma boa execução do projeto. Após a verificação e estudos na fase anterior, inicia-se a execução, tendo como iniciativa o planejamento da obra, onde, deve ter todo o cuidado para o bom andamento do projeto, visando a implementação do canteiro de obra, bem como o planejamento para a previsão adequada da compra de suprimentos, e a programação das atividades a serem desempenhadas. Visando o estabelecimento de prazos para as etapas construtivas.

- **Adquiridas:** São aquelas que surgem durante a vida útil da edificação. Segundo Fonseca et al. (2016), a fase de utilização compreende operação e manutenção durante toda a vida útil da estrutura, na maioria dos casos atividades de manutenção são processos repetitivos e cíclicos, se fazendo necessário a implementação de um cronograma de manutenção, de modo a observar a utilização dos recursos e da estrutura, bem como a manutenção do desempenho mínimo conforme projeto.
- **Acidentais:** Segundo Pedro et al., (2002), são aquelas que surgem pela ocorrência de algum fenômeno atípico, resultado de uma solicitação incomum.

De acordo com Souza e Ripper (1998):

O surgimento de problema patológico em dada estrutura indica, em última instância e de maneira geral, a existência de uma ou mais falhas durante a execução de uma das etapas da construção, além de apontar para falhas também no sistema de controle de qualidade próprio a uma ou mais atividades.

Quando não se alcança os requisitos de desempenho (comportamento em serviço de cada produto, ao longo da vida útil, ou seja, o resultado do trabalho desenvolvido nas etapas de projeto, construção e manutenção), ocorrem falhas e conseqüentemente o surgimento de uma patologia.

São diversas as causas que dão origem aos problemas patológicos: defeitos de projetos, defeitos de execução, materiais de má qualidade, uso indevido da edificação, falta de manutenção, efeitos de condições climáticas, entre outros.

Análise percentual das causas de problema patológicos em estruturas de concreto.

FONTE DE PESQUISA	CAUSAS DOS PROBLEMAS PATOLÓGICOS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO			
	Concepção e Projeto	Materiais	Execução	Utilização e Outras
Edward Grunau Paulo Holeno (1992)	44	18	28	10
D. E. Allen (Canadá) (1979)	55	← 49 →		
C.S.T.C. (Bélgica) Verçoza (1991)	46	15	22	17
C.E.B. Boletim 157 (1982)	50	← 40 →		10
Faculdade de Engenharia da Fundação Armando Álvares Penteadó 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 - 1978)	9	6	75	10
S.I.A. (Suíça) (1979)	46		44	10
Dov Kaminetzky (1991)	51	← 40 →		16
Jean Blévoit (França) (1974)	35		65	
L.E.M.I.T. (Venezuela) (1965-1975)	19	5	57	19

Fonte: SOUZA; RIPPER (2009 - p.23)

Segundo Canovas (1998):

A patologia na execução pode ser consequência da patologia de projeto, havendo uma estreita relação entre elas; isso não quer dizer que a patologia de projeto sendo nula, a de execução também o será. Nem sempre com projetos de qualidade desaparecerão os erros de execução. Estes sempre existirão, embora seja verdade que podem ser reduzidos ao mínimo caso a execução seja realizada seguindo um bom projeto e com uma fiscalização intensa.

### **3 RECUPERAÇÃO, REPARO E REFORÇO ESTRUTURAL**

Após a identificação da patologia estrutural presente na peça de concreto armado, é necessário a intervenção para garantir a vida útil da estrutura.

Quando uma estrutura de concreto perde suas condições originais, é necessário executar a recuperação da estrutura, no entanto, antes de qualquer recuperação, é de extrema importância a identificação das causas do surgimento dos problemas patológicos na estrutura e conseqüentemente a realização do reparo antes de começar o processo de recuperação.

Caso seja necessário o reparo estrutural é de extrema importância a escolha correta da técnica a ser utilizada na recuperação estrutural, caso isso não ocorra, pode ocorrer o colapso parcial ou total da estrutura.

Quando é necessário aumentar a capacidade de resistência de uma estrutura já existente, faz-se o reforço estrutural. As atuações de reforço são aquelas que são requisitadas quando são encontrados e já diagnosticados os erros em um projeto, assim, deve-se buscar novos sistemas de reforço que sejam então adequados. (HELENE, 2003).

Segundo Helene (2002), é importante destacar que um estudo correto dos problemas, é aquele que permite encontrar a causa das patologias para que seja possível minimizar o aparecimento ou até mesmo evitar e tratar de forma correta, caso já ocorra uma das manifestações patológicas na construção.

### **4 INSTRUMENTAÇÃO UTILIZADA PARA A REALIZAÇÃO DE PERÍCIA ESTRUTURAL**

Na perícia estrutural, é realizada a perícia técnica que é uma vistoria minuciosa onde o Perito com conhecimento técnico irá identificar informações, investigar as origens e as causas de um determinado fato, para a verificação da estabilidade estrutural. A engenharia dispõe de alguns métodos para a mensuração dos riscos que as patologias apresentam à vida útil da estrutura, garantindo assim a confiabilidade e a segurança das estruturas de concreto.



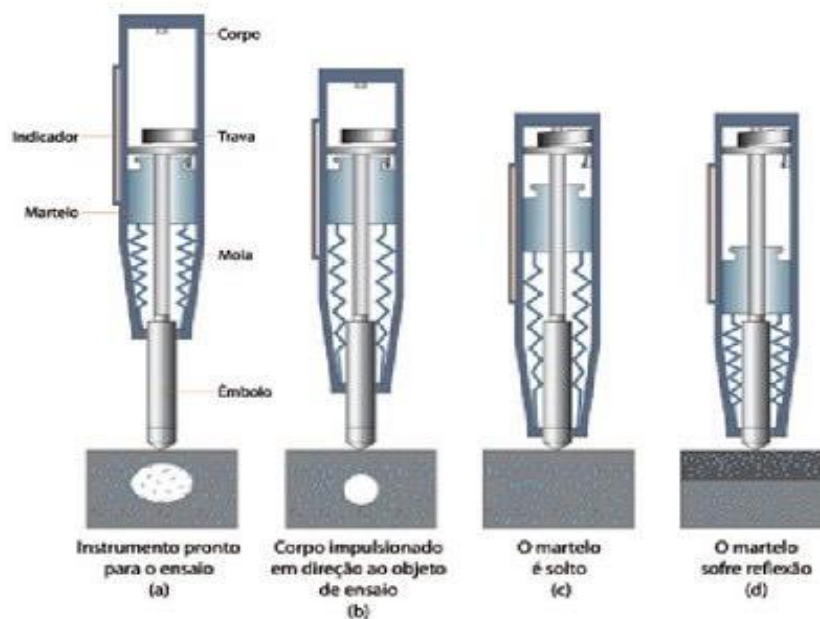
Dentre eles, os mais empregados são os listados abaixo:

### - Esclerometria de Reflexão

O esclerômetro foi criado em 1948 pelo Eng. suíço Ernest Schmidt e é um aparelho usado em ensaio não destrutivo, utilizado para determinar a resistência do material, ou seja, o aparelho determina a dureza do concreto. No Brasil a norma que determina os padrões de execução é a NBR 7584/2012.

Segundo Mehta & Monteiro (2008), o equipamento é leve e o método é de uso simples, permitindo avaliar o concreto endurecido *in loco* sem provocar danos ao mesmo e de forma rápida.

Sequência de execução do ensaio de esclerometria



Fonte: MEHTA e MONTEIRO (2008)

## - Teste Fenolftaleína

É realizado para verificar a carbonatação do concreto e é um ótimo indicador de corrosão. O ensaio de carbonatação é um ensaio simples, com um resultado imediato e com um baixo custo, aplicando a fenolftaleína numa parte do concreto na superfície.

O ensaio é parcialmente destrutivo pois o ensaio é feito sobre a superfície fraturada havendo então a necessidade de execução de pequenos reparos após o ensaio.

A identificação da região carbonatada se dá através da mudança de cor do concreto. A sua cor muda a valores entre pH 8,2 e pH 9,8, onde a fenolftaleína mantém-se incolor na região carbonatada e róseo-avermelhada na região não carbonatada.

Fenolftaleína aplicada em corpo de prova



Fonte: Rocha (2005) apud Polito (2006)

### - Ensaio de Penetração de Pino

Segundo Gonçalves (1986) e Evangelista (2002), o ensaio de penetração de pinos foi desenvolvido na década de 60 nos Estados Unidos com o objetivo de medir a profundidade em que um pino de aço ou parafuso padronizados, disparados por uma pistola, conseguem penetrar no concreto e assim correlacionar a profundidade de penetração encontrada com a resistência à compressão do concreto.

E então, a partir de curvas de correlação é estimada a resistência à compressão do concreto.

Execução do ensaio de penetração de pino



Fonte: Evangelista (2002)

### - Método da velocidade de propagação da onda ultrassônica – Ultrassom

O método de ensaio de ultrassom determina a velocidade de propagação de ondas longitudinais através do concreto, levando em consideração o tempo que uma onda ultrassônica leva para percorrer um comprimento conhecido.

Este método de ensaio é o método não destrutivo mais antigo para verificação da resistência do concreto e de acordo com Evangelista (2002), o método de ensaio de ultrassom permite verificar a resistência do concreto com uma precisão, se

realizado em laboratório, de +/- 20% e quando realizado em campo este valor é ainda maior.

Além da determinação da resistência do concreto é possível determinar outros fatores, como por exemplo: a detecção de falhas internas de concretagem, a verificação da homogeneidade do concreto, a profundidade de fissuras, rachaduras e outras deformidades causadas por fogo e monitoração das variações do concreto devido ao tempo e agressividade do meio.

No Brasil a norma que determina os padrões de execução é a NBR 8802/2013.

Aparelhos utilizados no método da velocidade de propagação da onda ultrassônica



Fonte: Cmhtest (2002)

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como visto neste artigo, a fase de concepção, planejamento e execução são etapas fundamentais no processo de implementação de uma edificação, devendo sempre estarem alinhadas, de modo que venham suprir a necessidade para o qual será destinada.

Para evitar patologias estruturais nas edificações são necessárias algumas providências, como: um melhor detalhamento do projeto, a utilização de materiais de boa qualidade e cuidados nas etapas de execução e de utilização. O estudo do solo e o ambiente no qual será construído é também importante para uma boa qualidade estrutural.

São inúmeras as origens, as causas e as consequências que levam uma estrutura a adquirir algum tipo de patologia estrutural, por este motivo, é fundamental durante todo o processo construtivo um estudo de todas as etapas.

Vale destacar, a importância da Inspeção Predial e da Manutenção, pois as mesmas auxiliam na avaliação das condições técnicas de uso, na elaboração ou revisão do plano de manutenção e na gestão predial, através de laudos e estudos que detectam o grau de comprometimento das estruturas.

Se todas as etapas não estiverem sendo seguidas conforme as Normas e as Legislações e não possuírem um padrão mínimo de aceitação, será impossível evitar a ocorrência de problemas patológicos.

Por fim, é de suma importância elaborar mais estudos e pesquisas sobre este tema, assim como seria de grande valia o fácil acesso a essas informações. Com isso, mais pessoas obteriam conhecimento sobre este tema, pois, a negligência em alguma dessas etapas poderá acarretar grandes prejuízos para a sociedade.

## 6 REFERÊNCIAS

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto: procedimentos**. Rio de Janeiro, 2014.

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.

CUNHA, Albino J. Pimenta da; LIMA, Nelson Araújo; SOUZA, Vicente Custódio Moreira de. **Acidentes Estruturais na Construção Civil**. São Paulo: Pini, 200.

FUSCO, P.B. **Tecnologia do concreto estrutural: Tópicos aplicados a componentes, durabilidade, resistência mecânica, corrosão e compressão**. São Paulo, Pini, 2008.

HELENE, Paulo Roberto Lago. **Manual para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto**. São Paulo, Pini, 1992.

PEDRO, E. G.; MAIA, L. E. F. C.; ROCHA, M. O.; CHAVES, M. V. **Patologia em Revestimento Cerâmico de Fachada**. Curso de Pós-Graduação do CECON, Especialização em Engenharia de Avaliações e Perícias. Síntese de Monografia. Belo Horizonte, 2002.

REVISTA CONCRETO E CONSTRUÇÕES. **Recuperação Estrutural: Diagnósticos e Terapias para Prolongar a Vida Útil das Obras**. São Paulo: IBRACON, Ano XXXV, nº49, 2008. Disponível em: <[http://ibracon.org.br/publicacoes/revistas\\_ibracon/rev\\_construcao/pdf/Revista\\_Concreto\\_49.pdf](http://ibracon.org.br/publicacoes/revistas_ibracon/rev_construcao/pdf/Revista_Concreto_49.pdf)>. Acesso em: 16 de Setembro de 2021.

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

VALENZUELA SAAVEDRA, M. A.. **Refuerzo de puentes existentes por cambio de esquema estático**. Barcelona: UPC, 2010.