



VII Encontro de Iniciação Científica e
Tecnológica
VII ENICT
ISSN: 2526-6772
IFSP – Câmpus Araraquara
20 e 21 de outubro de 2022



MÉTODOS DE VERIFICAÇÃO “IN LOCO” PARA DIAGNÓSTICO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO

MARIA FERNANDA GOMES BRIGATI¹, MARA REGINA PAGLIUSO RODRIGUES²,
DOMICIO MOREIRA SILVA JUNIOR³

¹ Graduanda em Engenharia Civil, IFSP Campus Votuporanga, e-mail: mfgbrigati@gmail.com

² Docente em Engenharia Civil, IFSP, Câmpus Votuporanga, e-mail: mara@ifsp.edu.br

³ Docente em Engenharia Civil, IFSP, Câmpus Votuporanga, e-mail: domicioifsp@gmail.com

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.01.02.01-4

RESUMO: O objetivo deste trabalho é apresentar uma revisão bibliográfica de alguns métodos que podem ser executados no local da construção para diagnóstico das manifestações patológicas mais comuns em estruturas de concreto, bem como suas causas. A abordagem foi teórica, baseada na associação dos fatores que justificam as manifestações patológicas com testes que os identificam. Os ensaios apresentados foram fundamentados pelas normas da ABNT e ASTM. O uso dos testes mostrados neste trabalho no diagnóstico de anomalias do concreto favorece a compreensão das manifestações patológicas, visando evitar o colapso e conduzir ao tratamento adequado das estruturas.

PALAVRAS-CHAVE: corrosão de armaduras; esclerometria; fissuras; patologia; penetração de pinos.

INTRODUÇÃO

O concreto armado é um dos métodos construtivos mais utilizados no Brasil na atualidade. Com vários estudos na área, ele vem se tornando não apenas mais resistente, como também mais econômico. Dessa forma, é imprescindível estudar as possíveis falhas que podem surgir quando o utilizamos, bem como suas causas e tratamentos, a fim de aumentar a vida útil das construções.

A área da engenharia que estuda e identifica os defeitos construtivos nas edificações é a patologia. Esses defeitos recebem o nome de manifestações patológicas, podendo aparecer na forma de fissuras, infiltrações, deformações, entre outros. Essa ciência tem estudado formas de monitorar estruturas para identificar essas manifestações. A patologia das estruturas de concreto é de extrema importância no sentido de preservar as qualidades desse material e garantir longa vida útil (ANONI, 2022).

É de grande importância diagnosticar o tipo de problema e a razão de ele ter acontecido para verificar as possibilidades de tratamento e aumentar a vida útil do concreto. Como muitas vezes não é possível extrair testemunhos para esse objetivo, é de suma importância conhecer testes que podem ser realizados in loco, com danos nulos ou mínimos à estrutura, sem o risco de prejudicar a sua função estrutural. Assim, através da correlação entre métodos existentes e as anomalias nas construções mais comuns, este trabalho buscou apresentar formas de descobrir as causas das manifestações patológicas sem necessidade de ensaios em laboratório.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O trabalho apresentado é um estudo para a elaboração de diagnósticos de manifestações patológicas em estruturas de concreto, visando métodos que possam ser executados no local da construção, sem extração de testemunhos e que preferencialmente possam ser reproduzidos na instituição de ensino para fins didáticos. Portanto, os temas a serem abordados dentro desta pesquisa são: patologia, ensaios não destrutivos em concreto, esclerometria, verificação da profundidade de penetração de pinos e potencial de corrosão das armaduras.

METODOLOGIA

Para elaborar formas de diagnóstico de manifestações patológicas em concreto armado, foram usadas como base as normas brasileiras e estrangeiras. Assim, buscou-se analisar as manifestações patológicas através dos ensaios regidos por essas normas e especificar como eles podem auxiliar na identificação e caracterização dessas manifestações. Para exemplificação dos ensaios, alguns deles foram realizados no laboratório da instituição de ensino. Foram usados corpos de prova de concreto moldados em laboratório, fissurômetro, esclerômetro, voltímetro e eletrodo de referência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dada a importância de diagnosticar manifestações patológicas em estruturas de concreto já existentes e de identificar suas causas, estão listados a seguir alguns ensaios que possibilitam essa investigação sem necessidade de extração de testemunhos.

Medição de fissuras e rachaduras com fissurômetro:

A medição de fissuras, trincas e rachaduras em estruturas de concreto pode ser feita com o uso de um gabarito de fissuras chamado de fissurômetro. Este instrumento não é apenas útil para o diagnóstico da manifestação patológica, mas também para acompanhamento do crescimento dessas fissuras no tempo.

O procedimento é extremamente simples, baseado em comparar a espessura da fissura na estrutura com as espessuras apresentadas no fissurômetro (Figura 1) e registrar qual foi o tamanho obtido. É conveniente para este método fazer um registro fotográfico da medição.

FIGURA 1. Medição de fissura com fissurômetro.



Fonte: Elaborado pela autora.

Como possibilita um diagnóstico rápido e simples da gravidade das fissuras e não precisa da extração de testemunhos da estrutura, o fissurômetro é uma das primeiras opções a se pensar quando é necessário diagnosticar manifestações patológicas em estruturas de concreto.

Ensaio de resistência à penetração de pinos:

O ensaio de resistência à penetração de pinos consiste no disparo de pinos de elevada dureza contra o concreto utilizando uma pistola ativada à base de pólvora, popularmente chamada de pistola fincapino (Figura 2). A profundidade de penetração do pino é correlacionada à resistência do material, possibilitando a análise da uniformidade do concreto e delineamento de zonas de menor qualidade ou de concreto deteriorado em estruturas. O procedimento de ensaio usado como referência é descrito na norma estadunidense C 803-03 (ASTM, 2003), uma vez que este método não é padronizado por nenhuma norma brasileira.

FIGURA 2. Pistola fincapino.



Fonte: EQUILOC (2022).

Cada teste produz uma análise sobre a região delimitada para ele, e com a aplicação de mais testes em diferentes pontos da estrutura é possível verificar se existe homogeneidade na profundidade de penetração dos pinos e, conseqüentemente, nas características do concreto. Esse ensaio causa danos mínimos à estrutura e pode ser realizado in loco, sem necessidade de extração de testemunho.

Assim, o ensaio de resistência à penetração de pinos pode ser utilizado no contexto da patologia para observar se diferentes zonas do concreto têm as mesmas características e/ou problemas, de forma a identificar se uma mesma manifestação patológica já ocorrida pode vir a acontecer em outras zonas da mesma estrutura por causa de fragilidades pontuais ou gerais no concreto.

Esclerometria:

A esclerometria é um ensaio não destrutivo que pode ser executado in loco para medir a dureza superficial do concreto, fornecendo elementos para a avaliação da qualidade do concreto endurecido. O método, descrito pela NBR 7584 (ABNT, 2013), é executado através da realização de um esforço aplicado em um dispositivo chamado esclerômetro (Figura 3) contra a superfície da estrutura de concreto. Com a execução desse esforço, o mecanismo interno do esclerômetro reage contra a força despendida e o dispositivo apresenta um valor de referência chamado índice esclerométrico em sua escala graduada, que permite estimar a resistência do concreto com o auxílio de tabelas fornecidas pelo fabricante.

FIGURA 3. Esclerômetro.



Fonte: RESCUE7 (s.d.).

Mesmo que a estimativa da resistência do concreto medida por esclerometria não substitua os valores obtidos através de testes de ruptura de corpos de prova, este método tem a grande vantagem de não precisar da extração de testemunhos da estrutura e causar danos praticamente nulos na superfície do material. Assim, quando não é viável fazer a extração de amostras para ruptura em laboratório, a esclerometria é de grande utilidade para a investigação das causas de manifestações patológicas no concreto.

Medição do potencial de corrosão da armadura:

Este método é usado para classificar a probabilidade de corrosão de armaduras do aço carbono imersas em concreto (ASTM, 2015). Segundo HELENE e MATOS (1992) apud SILVA (2010), a técnica do potencial de corrosão é uma das técnicas mais antigas para acompanhar e avaliar a corrosão metálica. Como esse teste não é normatizado no Brasil, foi usada a norma estadunidense C-876-15 (ASTM, 2015) como referência.

A medida do potencial de corrosão da armadura consiste no registro da diferença de voltagem, medida com um voltímetro, entre a armadura e um eletrodo de referência (Figura 4), que é colocado em contato com a superfície do concreto (FIGUEIREDO, s.d.). Como a corrosão das armaduras está relacionada com a presença de íons no meio, uma maior diferença de potencial indica mais chance de deterioração do aço.

FIGURA 4. Medição do potencial de corrosão da armadura.



Fonte: MEDEIROS (2017).

Este ensaio necessita que a armadura esteja à mostra para que o contato com o voltímetro seja realizado. Assim, o método é útil para verificação da qualidade de armaduras expostas, para análise da vida útil da estrutura e do tratamento da manifestação patológica.

CONCLUSÕES

As manifestações patológicas no concreto são razão para preocupação, uma vez que colocam em risco a estabilidade da estrutura. Com o uso de ensaios que diagnosticam esses problemas e suas causas, é possível garantir que a estrutura terá um tratamento adequado e que sua vida útil será estendida como consequência. Alguns dos ensaios são limitados pela necessidade de extração de um testemunho para sua realização; porém existem métodos que possibilitam o conhecimento das extensões e das causas das manifestações patológicas sem a necessidade de testes em laboratório. A próxima etapa da pesquisa é continuar a demonstração da eficiência e utilidade destes testes usando corpos de prova moldados no laboratório da instituição de ensino.

AGRADECIMENTOS (Opcional)

Agradeço à minha orientadora, aos meus pais e ao IFSP que fomentou esse trabalho através do PIBIFSP.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C 803-03**: Standard Test Method for Penetration Resistance of Hardened Concrete. Philadelphia, 2003.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C 876-15**: Standard Test Method for Corrosion Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete. Philadelphia, 2015.
- ANONI, Lara Guizi. **Manual de diagnóstico de manifestações patológicas em pequenas construções**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo de Votuporanga, 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7584**: Concreto endurecido — Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão — Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2013.
- ENSAIO DE ESCLEROMETRIA. **RESCUE7**, s.d. Disponível em: <https://www.rescuecursos.com/ensaio-de-esclerometria/>. Acesso em: 19 de set. de 2022.
- FIGUEIREDO, Enio Pazini. **Ensaio eletroquímico para avaliação da corrosão das armaduras**. [PowerPoint para I Simpósio sobre ensaios não destrutivos para estruturas de concreto]. <http://paginas.fe.up.pt/~fonseca/autocad/autocad%20I2009.pdf>
- JOFFILY, I. A. L. **Avaliação do ensaio de penetração de pino para mensuração indireta da resistência à compressão do concreto**. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E.DM-003A/10, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2010. 139p.
- MEDEIROS, Marcelo HF et al. Potencial de corrosão: influência da umidade, relação água/cimento, teor de cloretos e cobrimento. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, v. 10, p. 864-885, 2017.
- PISTOLA FINCA PINO: O QUE É E PARA QUE SERVE. **EQUILOC**, 31 de mar. de 2021. Disponível em: <https://locadoraequiloc.com.br/blog/pistola-finca-pino/>. Acesso em: 19 de set. de 2022.
- SILVA, Edvaldo Pereira da. **Avaliação do potencial de corrosão de concretos estruturais produzidos segundo as prescrições da NBR 6118, submetido a ensaio de corrosão acelerado**. Universidade Federal do Ceará, Curso de Engenharia Civil, 2010. 64p.