

Projeto do Programa PROBIC na área de Engenharia Civil

Título do projeto proposto: “Avaliação Patológica de Estrutura de Concreto Armado em Barbacena-MG”

Coordenador do projeto: Israel Iasbik

Aluno: Carlos Frederico Baumgratz Figueirôa

Autores do texto: Carlos Frederico Baumgratz Figueirôa e Israel Iasbik

Vigência do projeto: abril/2019 - março/2020

## **Avaliação Patológica De Estrutura De Concreto Armado Em Barbacena-MG**

### **1. Resumo**

As patologias presentes em estruturas de concreto armado possuem várias possíveis causas, a depender de outros tantos fatores (ambiental, material utilizado, etc.). Independente da situação, a manutenção periódica do conjunto concreto-aço fez-se necessário devido a vida útil dos elementos, e nos casos mais severos, o tratamento para evitar mais perda de material é o ideal. Este trabalho tem como objetivo a avaliação da estrutura de um edifício no município de Barbacena-MG, cujas patologias estruturais estão evidentes. Para tanto, será utilizada metodologia proposta por Lichtenstein, em que ocorrem três etapas, transpondo entre identificação à solução do problema.

### **2. Introdução/Justificativa**

O concreto armado é considerado o tipo de estrutura na construção civil mais utilizado desde o século XIX (YANG, LI, LI, 2017). Segundo Grzymiski, Musiał e Trapko (2019), o concreto tem como características a facilidade de moldagem, resistência a condições ambientais agressivas (caso de concretos especiais) e resistência à compressão; em contrapartida, apresenta uma baixa resistência à tração, o que gerou uma necessidade de absorção desta tensão, através da incorporação barras de aço, gerando o concreto armado. A harmonia entre o aço e concreto acarreta em equilíbrio de capacidades e forças de deformação (BALAFAS, BURGOYNE, 2010). A construção civil no Brasil não tem

crescido nos últimos anos devido à crise econômica que o país enfrenta (ERAT et al., 2018).

Entretanto desde os anos de 1970 tem-se notado que o concreto possui limitação no que tange a proteção do aço de corrosão (YANG, LI, LI, 2017), visto como uma das maiores ameaças à durabilidade e segurança às estruturas de concreto armado (CHEN, LEUNG, 2018). Segundo Tang et al. (2015), as causas de danificação do concreto podem variar entre fatores físicos, químicos e mecânicos, muitas vezes atuantes em conjunto na estrutura. Devido ao regime climático de estações do ano no Brasil, onde há cerca de seis meses de altas temperaturas e elevada umidade do ar, o surgimento de fissuras é facilitado (BALAFAS, BURGOYNE, 2010). Além disso, exposição a outros elementos como cloretos (ANGST, 2019) e fatores como a execução dos projetos, qualidade dos produtos e qualificação dos profissionais também são influências passíveis à eclosão de danos estruturais (HILLESHEIM et al., 2016). Como resposta, foram criadas normas técnicas com o intuito de melhorar a vida útil desse tipo de estrutura. A NBR 6118:2003 traz o conceito de durabilidade, em que demonstra a importância da resistência da estrutura em relação ao ambiente que o circunda.

“Consiste na capacidade de a estrutura **resistir às influências ambientais previstas** e definidas em conjunto pelo autor do projeto estrutural e o contratante, no início dos trabalhos de elaboração do projeto.” (ABNT, 2003, p. 13, grifo nosso)

No intuito de avaliar as estruturas de concreto armado já danificadas, são necessárias análises patológicas para identificação do tipo adequado de manutenção estrutural. Além do clima, a corrosão, por exemplo, é outro fator observado que influencia significativamente no aumento de rachaduras no concreto (XI, YANG, 2017). Paralelamente, a principal segurança que o aço possui é a própria cobertura concreto, de acordo com a NBR 6118:2003.

“O risco e a evolução da corrosão do aço na região das fissuras de flexão transversais à armadura principal dependem essencialmente da qualidade e da espessura do concreto de cobrimento da armadura.” (ABNT, 2003, p. 13)

Ou seja, existe uma natureza mutualística entre os dois elementos, intrinsecamente à estrutura. Devido a isto, a necessidade de manutenção do concreto armado é inerente

aos próprios materiais. Consequentemente, o direcionamento da recuperação estrutural leva ao tratamento síncrono do conjunto dos materiais. Pesquisas atuais têm proposto estudos de suas atuações simultâneas (CHEN, LEUNG, 2018).

### **3. Objetivos**

O objetivo principal do estudo será identificar todas as manifestações patológicas presentes no edifício selecionado como estudo de caso. A partir deste reconhecimento, será realizado os possíveis apontamentos de origens e causas das ocorrências, e propor métodos de intervenção adequados para cada uma.

### **4. Materiais e Métodos**

#### **4.1. Caracterização da área de estudo**

A presente pesquisa buscou atuar a teoria da patologia no estudo de caso de um edifício no município de Barbacena-MG. O edifício foi construído na década de 1980, feito em concreto armado, de caráter residencial. A construção já apresenta algumas condições patológicas nas áreas comuns passíveis de análise técnica, o que motivou a pesquisa.

#### **4.2. Levantamento dos dados**

Para o levantamento dos dados patológicos e sua análise subsequente, será utilizado o método proposto por Lichtenstein (1985). Este método contempla de modo intuitivo o procedimento organizado em três etapas: definição do problema patológico; diagnóstico; prognóstico (Figura 01). O método inclui os materiais para cada subitem a ser executado.

Para o estudo de caso, a primeira etapa será a vistoria do edifício, com a utilização de sentidos humanos e instrumentos passíveis de medição das patologias. De acordo com a metodologia proposta, caso seja necessário ainda nesta etapa, será levantado informações orais através dos moradores, e informações formais como o projeto

estrutural. Poderá também ser realizado exames na estrutura in loco ou aquisição de amostras para exames laboratoriais, além da pesquisa bibliográfica.

A partir dos dados compilados será realizado o diagnóstico, onde deverá ser exposto as possíveis origens, causas e os respectivos mecanismos de ocorrência da patologia. Posteriormente haverá a definição das alternativas de intervenção ou não da patologia, a depender do diagnóstico anterior. Caso a conduta seja de não intervenção da estrutura, justificar-se-á pela deterioração do concreto armado, pelo desempenho insatisfatório do edifício ou o risco de colapso da estrutura. Caso contrário, será feita a intervenção com a finalidade de reparo, proteção ou restrição de uso.

A avaliação final é necessária para que seja analisado o grau de satisfação com o resultado. O indeferimento da avaliação resultará em novo diagnóstico, com o objetivo de buscar a definição mais adequada para dar prosseguimento às necessidades da estrutura. Entretanto, em caso favorável ao grau de satisfação, o processo é registrado para situações futuras.

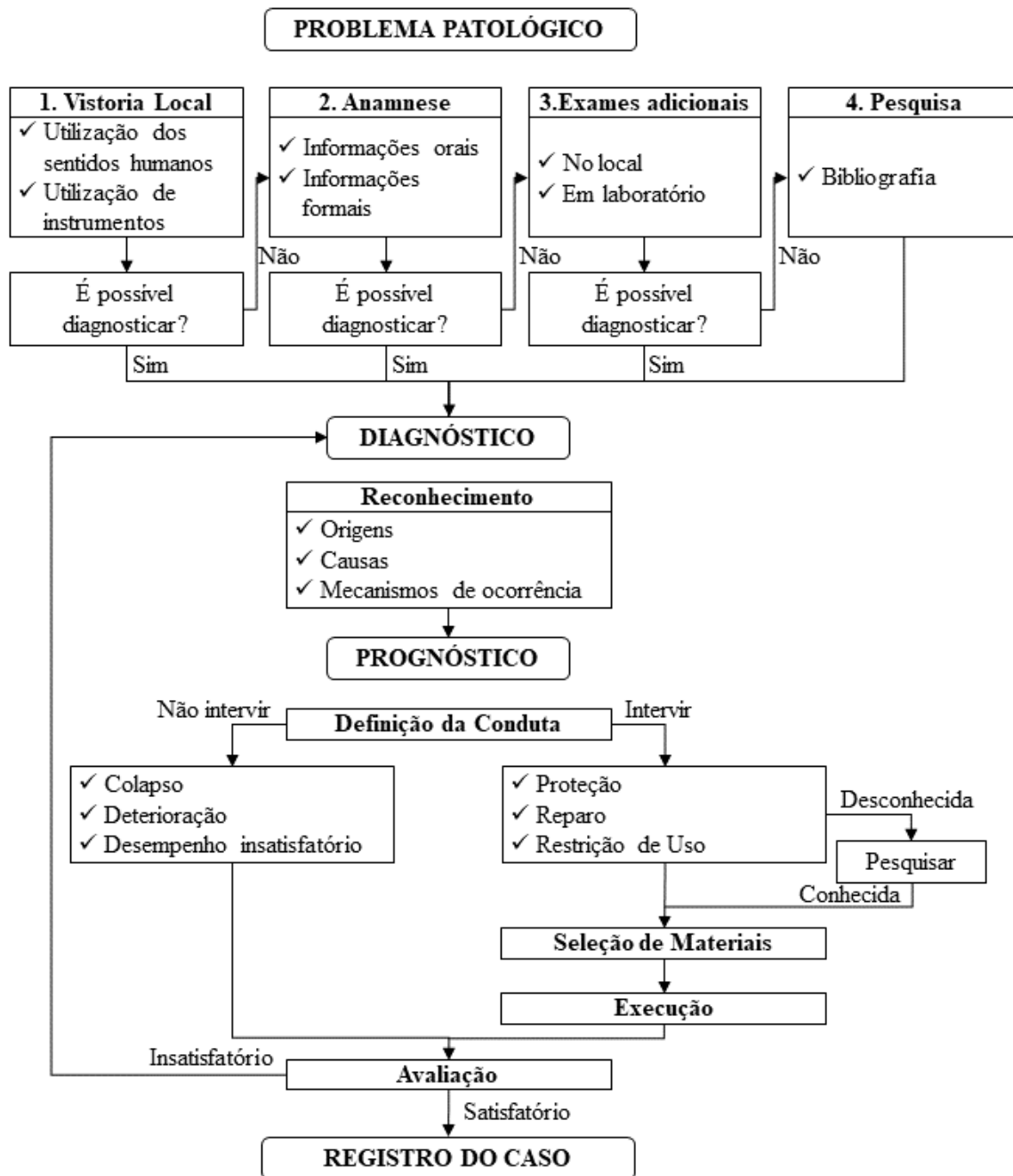


Figura 1 – Fluxograma do procedimento para diagnóstico e conduta em patologias.  
Adaptado de Lichtenstein (1985).

## 5. Resultados e Discussão

O edifício, construído em meados da década de 1980 de concreto armado possui quatro andares, constituindo em um andar térreo e três andares residenciais. Cada andar residencial possui dois apartamentos, posicionados lado a lado, e espelhados entre si, consumando em seis apartamentos, todos ocupados, totalizando quatorze moradores. O revestimento da área externa da construção, em contato direto com o ambiente, é de granitina, material considerado poroso. Não foram encontradas nenhuma das plantas do prédio, e não existe um histórico de grandes reformas estruturais, de acordo com moradores. Segundo Erat et al. (2016), a dificuldade de registros de projetos pode estar relacionada com a despreocupação à época. Levando em consideração a parte interna dos apartamentos, os problemas recorrentes são de umidade presente nas paredes que fazem divisa com a área externa. Não houve manifestação sobre problemas com vigas e pilares internos, seja nos apartamentos, seja na área comum.

Para o caso da área externa da construção, local onde foram detectados os problemas, foram encontradas 13 patologias consideradas toleráveis (pequenas manifestações), entre trincas e fissuras, distribuídas ao longo do perímetro da construção, levantado manualmente devido à inexistência das plantas (Figura 01). Existem fissuras as quais prolongam-se entre vários andares verticalmente, enquanto outras são pontuais. Foram encontradas 9 patologias em pilares, representando 69% das patologias encontradas. Consideradas mais graves, 3 patologias apresentaram exposição parcial da ferragem devido à perda de revestimento e desagregação do concreto, sendo uma com 19 cm de comprimento, um com 33 cm e a outra com 7 cm.

No intuito de verificação mais profunda acerca da patologia no pilar, foi retirado o revestimento de granitina do pilar com maior exposição das ferragens. Foi identificado corrosão em toda ferragem ao longo do pilar. Para o diagnóstico, observou-se a possibilidade de desagregamento do revestimento devido à sua alta porosidade, somado à utilização grande utilização de reboco (em média 5 cm). Esses fatores podem ocasionar uma retenção de água, favorecendo a desagregação. Ao mensurar a cobertura da armadura, nota-se que o valor encontrado de 1,5 cm, não se enquadra na norma NBR 6118 (2004), que possui o valor mínimo para pilares de classe de agressividade ambiental II (ambiente urbano) 3,0 cm, uma vez que esta classe é considerada moderadamente agressiva e com baixo risco de deteriorização da estrutura (ABNT, 2004). Dessa maneira, uma possível infiltração no cobrimento da armadura gerou sua instabilidade, que

agregado à diferença de dilatação entre este e a armadura, ocorreu seu descobrimento e agravou a possibilidade de corrosão pelo maior contato com o ambiente (ERAT et al., 2016). Além disso, Balafas e Burgoyne (2010) afirmam que o tempo de rompimento do cobrimento é diretamente relacionada à produção de ferrugem e a resistência que o sistema tem à essa produção. Alta umidade e temperatura também são fatores que favorecem o rompimento do cobrimento, segundo os autores.

## 6. Referências Bibliográficas

- ANGST, U. M. Predicting the time to corrosion initiation in reinforced concrete structures exposed to chlorides. **Cement and Concrete Research**, v. 115, 2019, p. 559-567.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, RJ, 2004.
- BALAFAS, I.; BURGOYNE, C. J. Environmental effects on cover cracking due to corrosion. **Cement and Concrete Research**, v. 40, 2010, p. 1429–1440.
- CHEN, E.; LEUNG, C. K. Y. Mechanical aspects of simulating crack propagation in concrete under steel corrosion. **Construction and Building Materials**, v. 191, 2018, p. 165–175.
- ERAT, D.; BRATFISCH, M.; RAITZ, N.; FLORIANI, R. Análise De Patologias Da Construção Civil. **Revista Maiêutica**, Indaial, v. 2, n. 1, 2016, p. 25-35.
- GRZYMSKI, F.; MUSIAŁ, M.; TRAPKO, T. Mechanical properties of fibre reinforced concrete with recycled fibres. **Construction and Building Materials**, v. 198, 2019, p. 323–331.
- HILLESHEIM, C.; SOARES, L. A.; VEIGA, M. C.; FLORIANI, R. Patologias Na Construção Civil: Estudo De Caso Para a Entidade Beneficente. **Revista Maiêutica**, Indaial, v. 2, n. 1, 2016, p. 79-90.
- LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das Construções**: Boletim técnico 06/86. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1985.
- TANG, S. W.; YAO, Y.; ANDRADE, C.; LI, Z. J. Recent durability studies on concrete structure. **Cement and Concrete Research**, v. 78, part A, 2015, p. 143-154.
- XI, X.; YANG, S. Time to surface cracking and crack width of reinforced concrete structures under corrosion of multiple rebars. **Construction and Building Materials**, v. 155, 2017, p. 114-125.

YANG, S. T.; LI, K. F.; LI, C. Q. Numerical determination of concrete crack width for corrosion-affected concrete structures. **Computers and Structures**, v. 207, 2018, p. 75-82.