

## ANÁLISE SOBRE O IMPACTO DE PATOLOGIAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

JOEL JUNIO GONÇALVES RONDON<sup>1</sup>, RONIELL WILKER DE SOUSA SEPULVEDA<sup>2</sup> e LUIZ SOARES CORREIA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>,Universitário de Engenharia Civil, UNIP, BRASÍLIA-DF, juniogrondon@gmail.com;

<sup>2</sup>,Universitário de Engenharia Civil, UNIP, BRASÍLIA-DF, roniellwilker@gmail.com;

<sup>3</sup>Msc. em Transportes, PPGT/UNB, Prof. Adj. Engenharia, UNIP, BRASÍLIA-DF, luiz.correia@docente.unip.br

Entregue para o  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC  
31 de Agosto de 2022

**RESUMO:** Neste trabalho apresentou-se um estudo voltado para a doenças geradas, usualmente chamadas de patologia. Nos dias de hoje o aumento de fissurações, corrosão metálica, carbonatação, colapso estrutural, entre outros motivos é significativo. Isso é estabelecido por diversas séries, visto que podem ser atribuídas a erros de projetos ou quando a estrutura propriamente dita já está executada. Entende-se que ao se analisar algo que aparentemente está doente, é absolutamente necessário ter a ciência do porquê do surgimento e do desenvolvimento da doença, buscando sanar as devidas causas, antes da prescrição e conseqüentemente aplicação e execução do reparo necessário. O conhecimento das origens da deterioração é indispensável, não apenas para que se possam proceder aos reparos exigidos, mas também para garantir que após reparada a estrutura não volte a se deteriorar e causar danos ao ser humano ou ao meio ambiente. Observou-se a necessidade do estudo comparativo do material e motivação gerada pelo patógeno é de suma importância em virtude das ponderações geradas na estrutura. Para se ter uma assertividade a leitura, análise de dados laboratoriais (quanto a rompimento de corpo de prova, dureza, estabilidade, impacto ambiental, entre outros.) e cálculos são essenciais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Patologias; manifestação patológica; recuperação estrutural.

## ANALYSIS OF THE IMPACT OF PATHOLOGIES ON REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

**ABSTRACT:** In this work, a study focused on generated diseases, usually called pathology, was presented. Nowadays, the increase in cracking, metallic corrosion, carbonation, structural collapse, among other reasons, is significant. This is established by several series, as they can be attributed to design errors or when the structure itself is already executed. It is understood that when analyzing something that is apparently sick, it is absolutely necessary to be aware of the reason for the emergence and development of the disease, seeking to remedy the due causes, before the prescription and consequently application and execution of the necessary repair. Knowledge of the origins of deterioration is essential, not only to carry out the required repairs, but also to ensure that, after repairing, the structure does not deteriorate again and cause damage to humans or the environment. It was observed the need for a comparative study of the material and motivation generated by the pathogen is of paramount importance due to the weights generated in the structure. In order to have an assertiveness, reading, analysis of laboratory data (regarding specimen breakage, hardness, stability, environmental impact, among others.) and calculations are essential.

**KEYWORDS:** Pathologies; pathological manifestation; structural recovery.

## INTRODUÇÃO

Patologia das construções é a área que estuda os mecanismos de degradação das estruturas, obtém as causas e repercussões para a duração das construções, assim como estuda técnicas de

caracterização e reabilitação das construções. As manifestações podem ser provenientes de diversas causas, dentre elas o fator climático, fenômenos da natureza, má execução, má durabilidade do material, comportamento do material, entre outros. A engenharia civil tem o seu papel importantíssimo para esse meio, cujo o estudo de causa é indispensável e a interpretação da doença estabelecida é essencial. O intuito é abordar e demonstrar através de teses e verificações que as possíveis estruturas em estado de comprometimento possam ser aliviadas tendo em vista uma maior durabilidade e restabelecimento em seu acréscimo de vida útil.

Segundo (Souza e Ripper, 1998), é de suma importância que o engenheiro adote critérios pontuais que viabilizam o projeto a ser executado. Eles ainda destacam que os principais pontos críticos de deterioração a observar, podem se caracterizar entre ação do frio, ação do calor, dosagem mínima de cimento, corrosão do aço/metálica por ações do meio ambiente (cloretos), classe de resistência, entre outros. Com isso, estudaremos, investigaremos e contribuiremos para que haja mitigação destes fatores.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Em métodos abordados por acervos criados durante a graduação como apostilas, anotações, bibliografias obtidas em sala de aula, iremos também utilizar normas como NBR 6118: 2014 (Projetos de estrutura em concreto armado, simples, armadura – procedimento) que visa fazer o controle de requisitos para manter a qualidade da estrutura de concreto. Medidas preventivas devem ser tomadas para que todo o projeto seja executado de acordo com o planejado. A NBR 15575:2013 que é a norma que obtém informações a que diz respeito a norma de desempenho e patologia das construções.

O conceito de concreto é designado pelos materiais, que em sua função consistem em fornecer tempo e concentração de resistência para o seu usufruto. Concreto armado é um material de construção resultante da união do concreto simples e de barras de aço, envolvidas pelo concreto, com perfeita aderência entre os dois materiais, de tal maneira que resistam ambos solidariamente aos esforços a que forem submetidos Fusco (1976). A integração percebida é de que os patógenos se desenvolvem mediante a exaustão do material doente que dificulta a manutenção e o reparo, ou até mesmo na inviabilidade de reparar uma estrutura nova, cuja a assertividade de patologias deveria ser menor. Helene (2003) analisa e aborda que encontrar a origem do problema, vai além de observar a doença tanto no concreto, como na estrutura, mas vem da fase de planejamento até a finalização da edificação.

Oliveira (2013) cita que alguns dos fatores são: a deficiência no planejamento, ausência de informações e dados técnicos e econômicos de novas alternativas construtivas, ausência de ferramentas de base de dados para controle e indefinição de critérios de controle (Indicadores de qualidade e produtividade), influenciam negativamente a qualidade do produto, além de aumentarem os índices de perdas de baixa utilização de novas alternativas construtivas. Haja vista que o concreto junto ao aço funcionam com homogeneidade, podemos através disso visualizar que em um projeto estrutural ou a execução de elementos estruturais necessitam de uma importância de pré-requisitos e pontualidades no dimensionamento de uma estrutura de concreto armado, é fundamental que exista a centralidade para que não ocorra fragmentos dos erros executados no futuro.

A norma brasileira de desempenho técnico NBR 15575 (2013) aborda que para um bom prospecto e usufruto da edificação o local deve estar em condições de uso, isso quer dizer que é indispensável a acessibilidade, segurança estrutural e vida útil do local. As causas intrínsecas classificam-se como causas intrínsecas aos processos de deterioração das estruturas de concreto as que são inerentes às próprias estruturas (entendidas estas como elementos físicos), isso quer dizer que, todas as que têm sua origem nos materiais e peças estruturais durante as fases de execução e/ou de utilização das obras, por falhas humanas, por questões próprias ao material concreto e por ações externas. (Souza e Ripper,1998) avaliam as causas extrínsecas, que podem ser analisadas do ponto de vista dos fatores que atacam a estrutura de fora para dentro, durante as diversas fases de concepções da obra até ao longo de toda sua vida útil, além de que essas causas independem do corpo estrutural, como também, da composição interna do concreto.

## **ANÁLISE E DISCUSSÃO**

Os estágios de patógenos ocorrem pela diversidade de como podem ser interativos e visíveis, tendo como base a relatividade de que onde se existe diferença de composição útil haverá o causador desta doença. Os erros de projetos, bem como a falta de qualidade da mão de obra e falta de qualidade de material produzem com extrema dureza o impacto nos diversos tipos de patologias diagnosticadas em estruturas como vigas, pilares e laje. O concreto armado é caracterizado pelas misturas de água, cimento, agregados miúdos, agregados graúdos e areia. Pela sua boa trabalhabilidade, o concreto tende-se a ser resistente a um esforço denominado de compressão, que é estabelecido pela tensão exercida numa peça em que se comprime e exige a estabilidade da intensidade da força até o seu limite de ruptura, isto quer dizer que após essa série de cálculos de sobrecarga e procedimentos é necessária a realização de corpo de prova para análise da resistência, módulo de elasticidade deste material.

Bastos (2006) define concreto armado como sendo “a união do concreto simples e de um material resistente à tração de tal modo que ambos resistam solidariamente aos esforços solicitantes. No caso de edificações já realizadas o ensaio corpo de prova é extraído para verificação de desempenho do material em relação permanência de resistência do concreto, isso porque além do concreto, é observada a necessidade de reparo na armadura. O concreto armado é constituído por concreto e aço, em decorrência do tempo e por erros de execução o material pode ficar exposto, isso pode ocorrer pelo desgaste natural do material, falta de realização correta do cobrimento da estrutura, abertura de pequenos pontos para passagem de partículas de hidrogênio, oxigênio, enxofre e carbono, erros na execução de concretagem, entre outros. A corrosão das armaduras trás manifestações patológicas que mais afetam as estruturas de concreto armado e sua evolução tende a comprometer significativamente a segurança estrutural de uma obra, caso não seja devidamente tratada.

No caso da carbonatação podemos destacar que os poros que estão explicitamente associados ao H<sub>2</sub>O e Ca(OH)<sub>2</sub>, que reage com o dióxido de carbono, onde CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O provocam a formação do H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, precisamente conhecido como ácido carbônico que tem um pH baixíssimo. A junção de Ca(OH)<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> = CaCO<sub>3</sub> (pH neutro) + H<sub>2</sub>O. Isto quer dizer que a carbonatação é provocada pela neutralidade em excesso, onde é quebrada a camada passiva do aço, que por sua vez permite que o concreto tente provocar a proteção da superfície até o contato com o aço, isso é perceptível observando a parte de contato do concreto com fissuração, que por sua vez apresenta sintomas de porosidade. Após inspeção preliminar, inspeção detalhada com as delimitações de área foi-se adotado o método em que é feita uma abertura de 2 cm entre concreto e armadura, após é realizado lixamento da armadura com escova de aço, fazendo com que as partículas de CO<sub>2</sub> e possíveis agentes de corrosão pudessem diminuir o impacto na parte que sofreu alteração e gerando maior aderência para recebimento do produto, que é chamado inibidor de corrosão, isso ocorre quando o aço não perdeu completamente sua propriedade mecânica, caso contrário devemos trocar a peça que está completamente desgastada. Para acabamento deve-se utilizar graute com fibras vidro garantindo uma melhor aderência e durabilidade do reparo. Já o método adotado para a carbonatação foi o lixamento superficial, junto a escareação do próprio material, que logo em seguida constatou-se também que estava em processo patológico leve, por meio disto foram tirados 1 cm de material com aplicação de produto para realcalinização + impermeabilizante com fibra de vidro, isso fará com que haja o restabelecimento da alcalinidade do concreto por meio da crescente do pH.

A falta de projetos e até mesmo de mão de obra qualificada pode gerar prejuízos a curto, médio prazo. No caso de trincas um dos principais motivos é a falta de dissipação de cargas, onde a área afeta sofre uma sobrecarga sem que possa distribuir corretamente. A ausência de vergas, contravergas, recalque diferencial são as primeiras hipóteses designadas por patologistas, pois é necessário um estudo preliminar. Em sua grande maioria a residência ou edifício sofrem com fissuras de 45 e 90 ° que se alinham da superfície ao topo. São chamados de graves os casos em que a área passa de fissura para rachadura, isto quer dizer que pôde-se haver colapso estrutural, normalmente em concreto armado este tipo de situação ocorre por erro no adensamento do concreto, material de baixa qualidade, tempo inadequado de cura, dilatação por exposição extrema a luz solar, entre outros. Neste caso as melhores alternativas são a realizam de cálculos que comprovem a estabilidade da estrutura, caso seja feito o reparo em vigas, pilares ou laje, é de suma importância um projeto de escoramento dos elementos estruturais, visto que carregam suas devidas particularidades e funções. Sendo assim são adicionados os critérios essenciais no projeto estrutural com armaduras para realização de aumento de sessão, ou dissipação de cargas na alvenaria, que possibilita a colocação de grampos para maior rigidez e controle, entre outras possibilidades.

Tabela 1. Demonstrativo sobre classe de agressividade. Fonte: (Tabela 6.1 NBR 6118:2014)

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana <sup>a, b</sup>	Pequeno
III	Forte	Marinha <sup>a</sup>	Grande
		Industrial <sup>a, b</sup>	
IV	Muito forte	Industrial <sup>a, c</sup>	Elevado
		Respingos de maré	
<sup>a</sup> Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura). <sup>b</sup> Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove. <sup>c</sup> Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.			

Em tempos cujo a tecnologia predomina, os métodos antigos ainda se são normais. Ter-se que a postura de algumas pequenas construtoras ainda visão a produtividade em curto espaço de tempo, condiz com o mau aproveitamento de insumo. A economia dentro de uma obra se aplica ao tempo de resistência, em raras excessos pode-se analisar que o produto mais econômico é o melhor, mas no que diz respeito a rapidez e corte de gastos aquele que obtêm menor qualidade, é o mais em conta. A escolha do material assume uma parcela no que diz respeito a tempo de uso da composição estrutural, pois existem variabilidades, isso quer dizer que em suas respectivas etapas, o processo de relação do material com o meio, ou a ligação química com os líquidos e gases tóxicos existentes na atmosfera podem acelerar a degradação do material. O meio ambiente é sistematicamente poluído pelo desgaste desses materiais que em sua composição contém elementos nocivos a saúde humana e ao bem-estar da natureza.

Por fim ao se realizar um reparo estrutural é necessário o conhecimento do local, a identificação e a realização correta da abordagem prescrita em documento de vistoria. O método mais assertivo para uma maior durabilidade e vida útil do elemento é a manutenção preventiva, isto porque de acordo com a Organização Internacional do Trabalho (OIT) todos os anos ocorrem cerca de 270 milhões de acidentes de trabalho, provenientes da falta de segurança e instabilidade, que se interligam ao principal motivo, que certamente é a falta de prevenção em obras. Os cálculos devem ser pensados viabilizando o entendimento do executor, isso porque a agressividade está ligada principalmente aos possíveis eventos causados pela natureza, isto porque além do impacto gerado na construção as mesmas causas estão condicionadas a se agravar.

## CONCLUSÃO

Com o discorrer do conteúdo apresentado destaca-se a importância do aprimoramento de estudos e análises voltadas para o ramo de patologias em concreto armado, visto que a construção civil sofre com a falta de qualidade em projetos, falta de mão de obra qualificada, bem como erros na execução de projetos. Deve-se analisar os meios mais assertivos em relação ao tipo de doença pré-existente na peça de concreto, onde por mais que viabilizado o tratamento pode-se ainda assim ocorrer os mesmos problemas.

Acrescenta-se ao exposto que é indispensável a vistoria técnica com os devidos matérias para realização de testes e ensaios, que posteriormente serão concluídos com o devido memorial descritivo e memorial de cálculo. Pode-se concluir que para a diminuição de possíveis manifestações patológicas

em elementos de concreto armado na construção civil é necessário o uso de projetos devidamente detalhados, tendo como prioridade o uso de materiais com boa qualidade, mão de obra especializada e o uso das normas técnicas que possibilitam a segurança do ser humano, bem como a segurança da estrutura.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Crea-DF junto ao Confea pelos esforços atribuídos a nós, futuros engenheiros, também a coordenação de engenharia civil representada pelo Msc.Prof. Adj. Luiz Soares Correia, por fim a Universidade Paulista pela concessão desta oportunidade , meus sinceros cumprimentos.

## REFERÊNCIAS

- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) - NBR 15575 (2013): Norma de desempenho, 2013.
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) - NBR 6118 (2014): Projeto de estruturas de concreto, 2014.
- BASTOS, P. S. S. Fundamentos do Concreto Armado – Notas de Aula. UNESP. Bauru, São Paulo, 2006.
- FUSCO, P.B. Estruturas de concreto. São Paulo: Mcgraw-Hill do Brasil, v. 1, 1976.
- HELENE, Paulo R. Do Lago. Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto. São Paulo, Red Rehabilitar, 2003.
- HELENE, P.R.L. Corrosão em armaduras para concreto armado, PINI, São Paulo, 1986.
- OLIVEIRA, D. F. O Conceito de Qualidade Aliado às Patologias na Construção Civil. Rio de Janeiro: UFRJ / Escola Politécnica, 2013.
- OLIVEIRA, José Paulo Moreira; MOTTA, Carlos Alberto Paula. Como Escrever Textos Técnicos. São Paulo: Thomson Learning, 2007.
- PFEIL, W. Concreto armado, Rio de Janeiro, Ed. Livros Técnicos e Científicos, 1989.
- SOUZA, V.C. M.; RIPPER, T. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. São Paulo, PINI, 1998