



MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO CONCRETO ARMADO

PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN REINFORCED CONCRETE

Kalinna Helen Ferreira Franco Borges¹

Maria Eduarda dos Santos²

Thamara Neves da Silva Trigueiro³

Luana Leal Fernandes Araújo⁴

RESUMO

Existem inúmeras manifestações patológicas na construção civil que ocorrem em diversas etapas construtivas da obra. O artigo aqui apresentado tem como objetivo estudar e analisar as causas das manifestações existentes no concreto armado, já que esse é comum em todos os países do mundo, e caracteriza-se pela estrutura preponderante no Brasil. Visando a prevenção das falhas e adotando as técnicas corretas de reparo, tendo o intuito de minimizar futuramente ou evitar possíveis manifestações patológicas, foi elaborado um estudo, buscando descrever e analisar as causas, através de vistoria *in loco*, identificando a natureza e as possíveis origens das patologias, diagnosticando mediante situação encontrada e buscando o entendimento dos fenômenos em termos de interpretação das relações de causa e efeito que caracterizam as manifestações patológicas, a fim de que se possam evitar transtornos futuros, obtendo-se um sucesso nesse procedimento de recuperação das anomalias encontradas. Com isso, a pesquisa caracterizou-se como qualitativa, em virtude da obtenção de interpretação das informações coletadas e a atribuição de soluções básicas nesse processo. Além disso, é compreensível neste estudo que o principal motivo das manifestações pode evitar a morbidez do edifício, que é o resultado de má execução do prédio e mesmo que haja grandes melhorias na tecnologia, deverá ser adotada medidas construtivas, a sua compatibilidade e os procedimentos eficazes de inspeção / manutenção contínua que deve ser implementada para garantir a durabilidade do edifício.

Palavras-Chave: Concreto armado; Aço. Patologias; Durabilidade; Recuperação.

¹ Graduanda em Bacharelado em Engenharia Civil da Faculdade Estácio João Pessoa. E-mail: kalinna.helen@gmail.com

² Graduanda em Bacharelado em Engenharia Civil da Faculdade Estácio João Pessoa. E-mail: eduardasantos1322_@outlook.com

³ Graduanda em Bacharelado em Engenharia Civil da Faculdade Estácio João Pessoa. E-mail: trigueirothamara@gmail.com

⁴ Professora orientadora e docente dos cursos de Engenharias da Faculdade Estácio João Pessoa. E-mail: luana.leal@estacio.br

ABSTRACT

There are numerous pathological manifestations in civil construction that occur at different constructive stages of the work. The article presented here aims to study and analyze the causes of the manifestations existing in reinforced concrete, as this is common in all countries in the world and is characterized by the predominant structure in Brazil. Aiming at the prevention of failures and adopting the correct repair techniques, in order to minimize or avoid possible pathological manifestations in the future, a study was prepared, seeking to describe and analyze the causes, through an on-site inspection, identifying the nature and possible origins of pathologies, diagnosing according to the situation found and seeking to understand the phenomena in terms of interpreting the cause and effect relationships that characterize the pathological manifestations. It is concluded that, if the correct procedures are followed, the occurrence of structural disorders can be avoided, achieving a success in this procedure for the recovery of anomalies found. Thus, the research was characterized as qualitative, due to the obtaining of interpretation of the collected information and the attribution of basic solutions in this process. In addition, it is understandable in this study that the main reason for the demonstrations can prevent the morbidity of the building, which is the result of poor execution of the building and even if there are major improvements in technology, constructive measures, their compatibility and procedures should be adopted effective inspection/continuous maintenance that must be implemented to ensure the durability of the building.

Keywords: Reinforced concrete; Steel; Pathologies; Durability; Recovery

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, diversas pesquisas foram conduzidas em relação ao estudo das manifestações patológicas, pois a mesma agrega ao campo da Engenharia das Construções atrelada no estudo das origens, formas de manifestações, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de degradação das estruturas, além disso, são os principais problemas que comprometem a vida útil das construções.

Dito isso, ressalta-se que o termo “patologia” é derivado do grego (*pathos* – doença, e *logia* – ciência, estudo) que significa “estudo da doença”. Na construção civil pode-se atribuir patologia aos estudos dos danos ocorridos em edificações e podem se manifestar de diversas formas: trincas, fissuras, rachaduras, entre outras e por ser encontrada em diversos aspectos, recebe o nome de manifestações patológicas (LOTTERMANN, 2013).

Diante desse contexto, identifica-se a recorrência de pesquisas ao longo do tempo na área da construção civil, pois de acordo com Gonçalves (2015) a mesma vem ganhando destaque devido as inovações tecnológicas, além da sua aplicabilidade nos projetos com o intuito de propiciar uma redução nas rupturas e influências externas, tendo assim, uma obra com custo-benefício.

Com base nessas informações o presente trabalho de conclusão de curso teve como finalidade estudar as estruturas de concreto que são comuns em todos os países do mundo, caracterizando-se pela estrutura preponderante no Brasil. Uma das questões importante a ser observada para a existência do Concreto Armado é a necessidade de aderência entre o concreto e o aço, de modo que ambos trabalhem beneficente em conjunto. Sem esse trabalho conjunto, muitas estruturas podem apresentar um desempenho insatisfatório, devido a falhas involuntárias, má utilização dos materiais, erros de projetos, ou até mesmo o envelhecimento natural, acarretando na degradação da estrutura.

Diante dessas falhas, dá-se muita importância para o estudo das origens, formas de manifestações, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas e degradação das estruturas; este estudo recebe o nome de Patologia das Estruturas.

Machado (2002) afirma que, a finalidade do estudo das patologias nas estruturas de concreto é encontrar esclarecimentos técnicos e científicos para as irregularidades encontradas no comportamento das estruturas. Essas irregularidades podem ser decorrentes de problemas de projeto, na fase de construção ou execução dos serviços, assim como durante o uso e manutenção. Por meio dessas investigações é possível determinar ou identificar as principais causas, e consequências prováveis em relação à segurança e à confiabilidade da obra. Considerando a duração residual, a investigação e análise das patologias das estruturas tem o objetivo de procurar definir a conveniência da recuperação, do reforço ou mesmo da demolição dos elementos ou da estrutura danificada.

Com isso, o presente estudo tem como objetivo geral estudar e analisar as causas das manifestações existentes no concreto armado, acompanhado dos objetivos específicos: Observar ocorrências de manifestações patológicas em um condomínio residencial multifamiliar através de vistoria in loco; identificando a natureza e as possíveis origens das patologias, diagnosticando mediante situação encontrada; buscando o entendimento dos fenômenos em termos de interpretação das relações de causa e efeito que caracterizam as manifestações patológicas.

Dessa forma, a justificativa está pautada no fato de que com a análise e verificação de qual a manutenção deverá ser executada, haverá um impedimento de amplificação dessas patologias; verificando a viabilidade técnica, econômica e ambiental das soluções tradicionais e inovadoras, levando em consideração o cronograma físico para cada um dos métodos de correção das patologias estruturais em edificações considerando a interferência que cada correção irá causar na estrutura, alvenarias e revestimentos.

Diante das informações acima, ressalta-se que a temática traz a importância no ramo construtivo, já que o concreto armado é o método construtivo mais utilizado atualmente no Brasil, pois o mesmo tem facilidade em sua aplicação e disponibilidade em encontrar os materiais constituintes (concreto e aço), além de apresentar uma alta resistência à compressão, além disso, observa-se ainda que, aliando as suas qualidades juntamente com as do aço, compõem-se outras diversas características importantes.

METODOLOGIA

A pesquisa foi exploratória, com objetivo de proximidade da realidade com o objeto de estudo, onde é de suma importância para decisões que necessitem de maior atenção, pois segundo Marconi; Lakatos (2003, p.248), a revisão de literatura "consiste em uma síntese, a mais completa possível, referente ao trabalho e aos dados pertinentes ao tema, dentro de uma sequência lógica".

Além disso, a mesma, quanto aos objetivos, pode ser associada a uma pesquisa descritiva, pois Cervo; Bervian (2002, p. 66) afirma que “a pesquisa descritiva observa, registra, analisa e correlaciona fatos e fenômenos (variáveis) sem manipulá-los”, então se pode atrelar aos levantamentos técnicos e estudos de campo como um método de reflexão e busca de conhecimento básico para a análise das causas das manifestações existentes no concreto armado, observando as principais técnicas de reparos e materiais adequados para utilização.

Assim, como a fase inicial dos procedimentos metodológicos, a pesquisa bibliográfica teve como finalidade reunir informações e dados para melhor compreensão da pesquisa, onde se buscou referências de autores nos temas ligados a viabilidade técnica, soluções tradicionais e inovadoras, patologias estruturais em edificações na estrutura, alvenarias e revestimentos, entre outros temas relacionados, que possa contribuir com informações para o desenvolvimento do trabalho, como por exemplo: Helene (2003), Machado (2002), Lottermann (2013).

Posteriormente, a segunda etapa foi a pesquisa de campo, a fim de compreender as condicionantes do lote escolhido e a conexão com seu entorno, juntamente com anotações e registros fotográficos para melhor visualização do local e compreensão do trabalho, que será

feita em diferentes turnos e dias, além levantamento técnico, com o intuito de analisar as patologias do local. Pois, conforme Prodanov e Freitas (2013, p.59):

A pesquisa de campo é aquela utilizada com o objetivo de conseguir informações e/ou conhecimentos acerca de um problema para o qual procuramos uma resposta, ou de uma hipótese, que queiramos comprovar, ou, ainda, descobrir novos fenômenos ou as relações entre eles. Consiste na observação de fatos e fenômenos tal como ocorrem espontaneamente, na coleta de dados a eles referentes e no registro de variáveis que presumimos relevantes, para analisá-los (PRODANOV e FREITAS, 2013, p.59).

A terceira etapa foi a coleta e o tratamento de dados que após o levantamento bibliográfico, as visitas *in loco* e o levantamento técnico, que serviram de auxílio para o diagnóstico da pesquisa, bem como para um entendimento mais aprofundado do tema abordado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados coletados, observaram-se grandes manifestações patológicas que estão abordadas no decorrer da discussão, mas antes, é necessário compreender acerca de algumas problemáticas e conceitos que estão interligados a isto.

Para construções de grandes estruturas, o concreto armado é a técnica mais utilizada em todo o mundo. A união do concreto com a armadura de aço cria um componente resistente às tensões de compressão e tração devido às características dos dois materiais. Porém, para um bom desempenho do Concreto, é necessário que exista aderência entre eles, além da combinação, ou seja, o trabalho de resistir às tensões deve ser realizado em conjunto.

Trazendo para colaborar na discussão, Miotto (2010) retrata que o concreto é um elemento composto por areia, pedras (brita), água e cimento e quando é preparado e lançado corretamente, transforma-se em uma mistura homogênea. Caso ocorra um erro de lançamento ou de vibração, as pedras se separam do resto da pasta, formando vazios que permite a passagem de água facilmente.

Dito isso, Piancastelli, (1997) explana como se dá a desagregação do mesmo, que inicia-se, geralmente, com a alteração da coloração do concreto e pode ser provocada por: ataques químicos, como o de sulfatos; reação álcali-agregado; águas puras (águas que evaporam e depois condensam) e as águas com pouco teor de sais (águas de chuva), que lhe arrancam sais pelos quais são ávidas; águas servidas (esgotos e resíduos industriais) em dutos

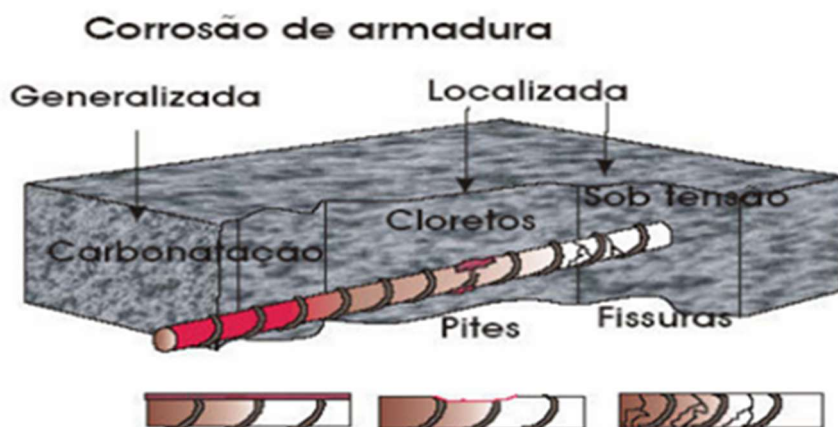
e canais; micro-organismos, fungos, e outros, através de sua ação direta e suas excreções ácidas; substâncias orgânicas como: gorduras animais, óleos e vinho; produtos altamente alcalinos (mais raramente).

Para enriquecer a discussão, Ambrosio (2004), assim como Piancastelli (1997) afirma que a desagregação do concreto é um fato decorrente da retirada do cimento ocasionado pela ação externa da água, dessa forma, os agregados livres da união que lhes proporciona a pasta e podem ser encontradas regularmente nas seguintes regiões dos elementos estruturais: Junto à base (de pilares, paredes e elementos estruturais verticais); Junto à face inferior (de vigas, lajes e elementos estruturais horizontais); em junta de concretagem (elementos estruturais em geral); em junta de dilatação (elementos estruturais em geral); em junção de elementos; concreto segregado geral.

Já em relação a corrosão do concreto armado, de acordo com Lapa (2008), além de suas características mecânicas que o tornam resistente a ações estruturais externas, deve ser dosado e moldado de modo a conseguir resistir a ações de caráter físico e químico, internas e externas.

Correlacionando a isto, Miotto (2010) diz que a corrosão e a deterioração observadas em concreto podem estar associadas a fatores mecânicos, físicos, biológicos ou químicos e que de acordo com Cascudo (1997) existem agentes agressivos que são os principais para o desencadeamento da corrosão não armaduras, são eles: a ação dos íons cloretos, redução de PH do e corrosão localizada sobre tensão fraturante. Conforme ilustrado na figura 1.

Figura 1: Corrosão de armadura.



Fonte: Cascudo, (1997)

Além do mais, essa associação é possível devido ao coeficiente de dilatação térmica de ambos serem aproximadamente parecidos e a sua durabilidade é o resultado da interação entre estrutura de concreto armado, o ambiente que está exposto, as condições de uso, de operação e de manutenção (MARCELLI, 2007).

Diante da discussão acima, Helene (2001) afirma que, nos últimos anos obteve um aumento considerável de número de estruturas de concreto armado com manifestações patológicas⁵, como resultado do envelhecimento precoce das construções existentes. Nota-se que nenhum material é durável devido às ações ambientais, pois a microestrutura muda juntamente com as propriedades.

Percebe-se, portanto, que todas as edificações estão sujeitas à ocorrência de manifestações patológica. Por isso, necessitam de inspeções e manutenções periódicas a fim de preservar a sua vida útil, pois quanto mais cedo os problemas sejam resolvidos, mais rápida e menos onerosa será a sua recuperação.

Em torno dessa discussão, Souza; Ripper (1998) retratam que a origem de uma patologia está relacionada com a etapa da vida da estrutura em que foi criada a predisposição para que agentes desencadeassem seu processo de formação. Das patologias conhecidas, as principais têm origem devido aos seguintes fatores: Defeitos de Projeto (deficiência no cálculo da estrutura, avaliação da resistência do solo, erros de dimensionamento etc.); Defeitos e falhas de execução; má qualidade dos materiais ou uso inadequado (falta de especificação); sinistros (incêndios, inundações, acidentes etc.); falta de Manutenção ou manutenção imprópria

Além disso, as possíveis causas de falhas que podem ocorrer durante a etapa de estudo da futura edificação são aquelas originadas de um estudo preliminar deficiente, ou de anteprojetos equivocados, enquanto que as falhas geradas na realização do projeto final geralmente são as responsáveis pela implantação de problemas patológicos sérios e podem ocorrer por diversos fatores (SOUZA; RIPPER, 1998).

Ressalta-se, portanto, através da análise de Andrade (1997) que os diversos tipos de manifestações patológicas que ocorrem nas estruturas de concreto armado, dificilmente apresentam uma única causa, sendo geralmente resultante do sinergismo existente entre

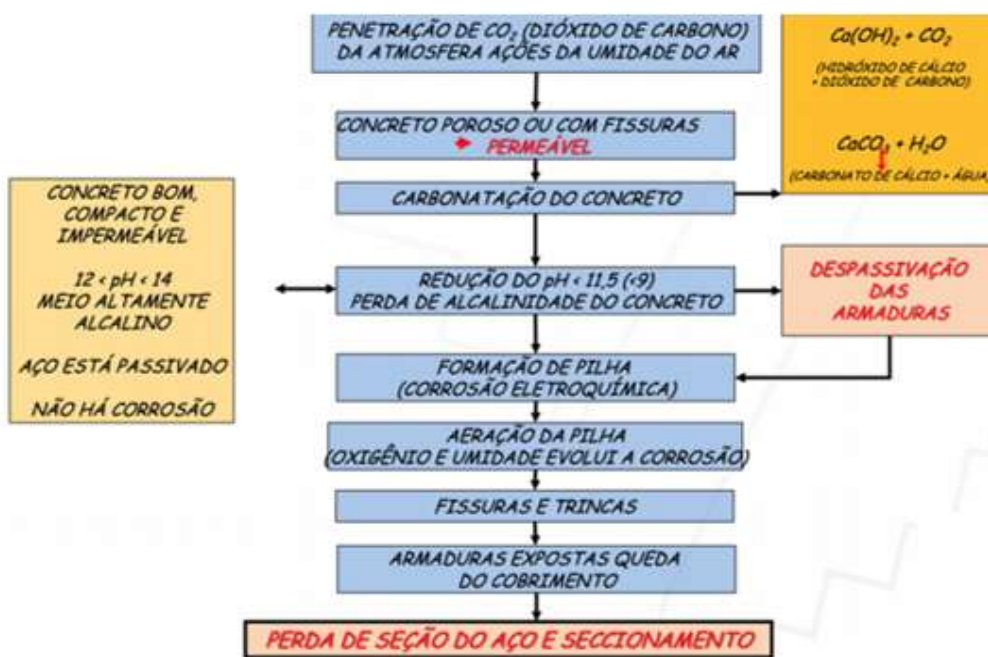
⁵ Helene (2003) conceitua a patologia uma área da engenharia que estuda os sintomas, os mecanismos, as causas e as origens dos defeitos das construções civis, tendo a terapia o objetivo de estudar a correção e a solução desses problemas patológicos, inclusive aqueles devidos ao envelhecimento natural.

diversos fatores que promovem as formas de degradação. Assim verifica-se que a determinação da durabilidade e vida útil de uma obra é extremamente difícil de ser completada.

Amorim (2010) correlacionando a análise de Andrade (1997) afirma que a falta de manutenção e de conhecimento por parte dos usuários sobre elementos agressivos e sobre a estrutura de concreto como a exposição prolongada a umidades, aplicação de produtos agressivos ao concreto e às armaduras, podem gerar graves problemas para a estrutura, vindo a comprometer todo o trabalho até então realizado nas etapas anteriores.

Seguindo nessa linha de análise, Miotto (2010) contribuiu retratando quais os tipos de manifestações patológicas são ocasionados pela umidade, sendo as mais encontradas: manchas, infiltração, bolor ou mofo e eflorescência decorrentes do surgimento da lixiviação do concreto. A lixiviação traz consigo o carreamento de sais do concreto pela passagem de águas pelo aumento da porosidade do concreto, a degradação superficial (arenosa/ exposição de agregados), formação de eflorescências (manchas brancas – carbonato de cálcio) na superfície, a redução do PH (carbonatação) /de passivação de armaduras e a Corrosão das armaduras. A figura 2 apresenta o esquema mostrando o mecanismo de corrosão por carbonatação.

Figura 2: mecanismo de corrosão por carbonatação.



Fonte: Branco, Luiz Antonio, (2018).

De acordo com Oliveira (2012), fissuras, trincas e rachaduras são manifestações patológicas das edificações observadas em alvenarias, vigas, pilares, lajes, pisos entre outros elementos, geralmente causadas por tensões dos materiais. Se os materiais forem solicitados com um esforço maior que sua resistência acontece a falha provocando uma abertura, e conforme sua espessura será classificada como fissura, trinca, rachadura, fenda ou brecha.

As mesmas se diferem através de suas aberturas, que são referentes à ordem de gravidade de cada uma e apresentam-se geralmente como estreitas e alongadas aberturas na superfície de um material. Usualmente são de gravidade menor e superficial, como, por exemplo, na pintura, na massa corrida ou no cimento queimado, não implicando problemas estruturais. Porém, toda rachadura começa como uma fissura, pois de acordo com a NBR 9575:2003, fissura é a abertura ocasionada por ruptura de um material ou componente, com abertura inferior ou igual a 0,5mm.

É imprescindível afirmar que as trincas são aberturas mais profundas e acentuadas e podem causar danos mais perigosos, pois apresentam ruptura dos elementos, que segundo a NBR 9575:2003, podem chegar a uma abertura superior a 0,5 mm e inferior a 1,0 mm, podendo assim, afetar a segurança dos componentes da estrutura de sua edificação. Já a NBR 15.575:2013 apresenta as trincas como: expressão coloquial qualitativa aplicável a fissuras com abertura maior ou igual a 0,6mm.

Nesse momento serão apresentadas imagens das manifestações patológicas obtidas a partir de uma análise, realizada em um condomínio residencial multifamiliar localizada no bairro do Altiplano, através de vistoria in loco.

Conforme Marcelli (2007), as trincas em concreto armado, devido à corrosão das armaduras que são muito comuns nas edificações, as mesmas precisam ser tratadas adequadamente, a fim de bloquear o processo e não as agravar, como ocorre em algumas obras. nas quais não se procura identificar, diagnosticar e corrigir as verdadeiras causas do problema.

As possíveis causas para o surgimento de uma trinca podem ser: o excesso de carregamento entre a viga e a laje; falha na execução da peça; falha no cálculo estrutural; falta de junta de dilatação entre o encontro de lajes ou alvenarias distintas.

Dito isso, observou-se, portanto, a presença desta patologia na parede lateral norte da academia. Nota-se que a mesma inicia na viga e caminha até a parte superior da porta de acesso a fachada poente sul, surgindo assim do outro lado da parede ficando aparente na fachada, conforme mostra a seguir na (Figura 3).

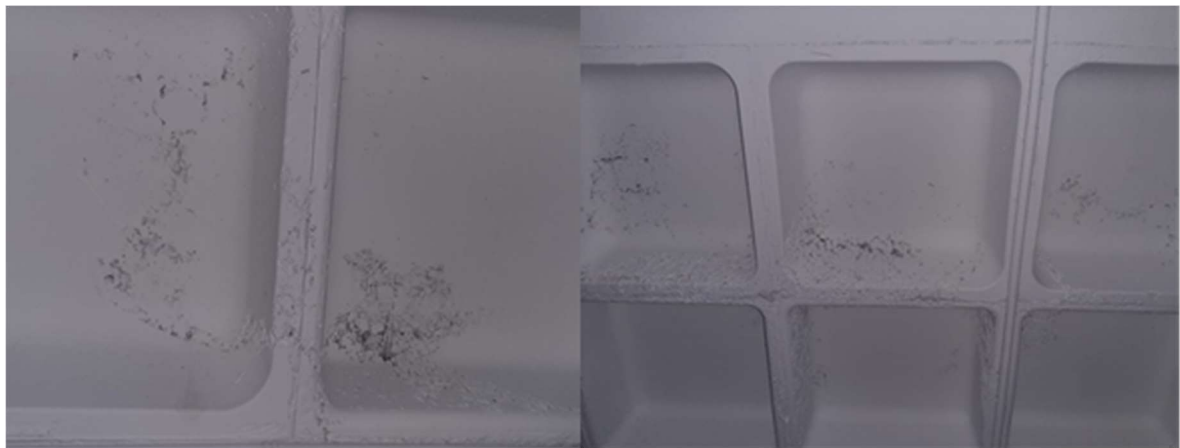
Figura 3: Trincas na parede da academia.



Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

A figura 4 apresenta uma parte da laje nervurada localizada no pavimento subsolo 01, onde nota-se que a provável falta de adensamento do concreto nessa parte da laje, aparecendo assim os vazios e a exposição dos agregados graúdos (brita). Suas prováveis causas são: mal execução na hora da vibração do concreto após o lançamento deste.

Figura 4: Laje nervurada com falta de adensamento no concreto.



Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

A figura 5 apresenta o fenômeno resultante da dissolução dos sais presentes na argamassa e seu posterior transporte pela água através dos poros. Criando uma cristalização denominada Eflorescência e são decorrentes do surgimento de lixiviação do concreto. Ela é causada pelo contato da estrutura com a água, pois quando a infiltração da água dissolve e transporta os cristais de hidróxidos de cálcio, são formados depósitos de sais que surgem

como manchas brancas na superfície de concreto, onde suas prováveis causas podem ser: material de mal qualidade, tais como: a concentração de impurezas na areia; excesso de água em material com auto teor de sais solúveis.

Figura 5: Eflorescência na raia semi-olímpica.



Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

As figuras 6 e 7 apresentam manchas de lixiviação e surgimento de fissuras e trincas, localizadas no piso do estacionamento dos subsolos.

Figura 6: Lixiviação e fissuras no piso do estacionamento.



Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

Figura 7: trincas entre as juntas de dilatação do piso.



Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

A figura 8 mostra uma falha no cobrimento da armadura de uma viga localizada no estacionamento do subsolo.

Figura 8: Falha no cobrimento da armadura.



Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

Portanto, observa-se através do estudo de campo as principais manifestações patologias através de levantamento fotográfico, indicando a sua localização na edificação, assim como a descrição do tipo de patologia e indicando prováveis causas. Vale salientar que para que se tenha um prognóstico eficiente é necessário que seja feito ensaios específicos para a identificação da verdadeira situação e definir assim qual é o melhor método para se tratar a

patologia. Ressalta-se ainda a importância da boa execução em todos os processos para a preservação da durabilidade e vida útil da estrutura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto no artigo, e de acordo com os resultados obtidos, o presente artigo evidenciou que a partir da descrição e análise das causas das manifestações existentes no concreto armado, observando as ocorrências em um condomínio residencial multifamiliar através de vistoria *in loco*, no qual foi possível identificar e diagnosticar as patologias encontradas, tais como trincas, falta de adensamento e lixiviação do concreto e correlacionando as mesmas ao entendimento dos fenômenos em termos de interpretação das relações de causa e efeito que as caracterizam. Com essa relação, afirma-se que através de uma avaliação estrutural, pode-se obter um sucesso no procedimento de recuperação das anomalias encontradas.

Partindo desse pressuposto, é imprescindível a busca pela qualidade na Engenharia Civil ou em qualquer outro campo. É preciso entender a estrutura de concreto armado e ver se atingiu um nível considerável todos os campos envolvidos, desde executivos, designers, os materiais utilizados, o conhecimento do solo e do ambiente que se pretende construir devem ser muito harmoniosos. Para evitar problemas patológicos, todos os aspectos devem trabalhar de forma unificada, pois, existe um padrão mínimo de aceitação.

De acordo com as observações, é possível analisar, em comentários mais gerais, que as manifestações patológicas podem decorrer na maioria das vezes do descuido na fase de projeto e execução das obras, o que pode trazer sérias consequências para a durabilidade da estrutura, levando a fenômenos de degradação, como a multiplicação da corrosão das armaduras, porém é necessário um estudo mais aprofundado.

Portanto, este estudo contribuiu para identificar, enxergar e levantar os tipos patológicos e as formas de evitá-los, mas como sugestão para trabalhos futuros, pode envolver a questão do tratamento estrutural e da recuperação.

REFERÊNCIAS

AMBROSIO, T. S. **Patologia, tratamento e reforço de estruturas de concreto no metrô de São Paulo**. 128 fls. 2004. Trabalho de conclusão do curso de Graduação em Engenharia Civil. Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2004.

AMORIM, A. A. **Durabilidade das estruturas de concreto armado aparentes**. 2010. Monografia de Especialização em Construção Civil. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

ANDRADE, J. J. D. O. **Durabilidade das estruturas de concreto armado: análise das manifestações patológicas nas estruturas no estado de Pernambuco**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

ARIVABENE, A. C. Patologias em Estruturas de Concreto Armado Estudo de Caso. **Revista Online IPOG** – Vitória, ES, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575: Impermeabilização - Seleção e projeto**. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575 (2013)**. Edificações Habitacionais – Desempenho.

_____. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto**. Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

_____. **NBR 9575: Impermeabilização - Seleção e projeto**. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 15.575-2: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho; Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais**. Rio de Janeiro, 2013.

BORDUN, R. F. **Manifestações Patológicas em Estrutura de Concreto Armado: Um Estudo de Caso**. Trabalho de conclusão do curso de graduação em Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco-PR, 2014.

CASCUDO, O. **O Controle da Corrosão de Armaduras em Concreto: Inspeção e Técnicas Eletroquímicas**. São Paulo: Pini, 1997.

CERVO, A. L. BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 5.ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

GENTIL, V. **Corrosão**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

FERREIRA, R. **Patologias em estruturas de concreto armado**. Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade de Ciências Humanas e Sociais da Fundação Carmelitana Mário Palmério – FUCAMP, 2018.

GONÇALVES, E. A. B. **Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações** – Trabalho de conclusão do curso de Engenharia Civil. Universidade federal do Rio de Janeiro (UFRJ), 2015.

HELENE, P. R. L. **Introdução da vida útil no projeto das estruturas de concreto NB/2001**. Workshop sobre durabilidade das construções. São José dos Campos, 2001.

HELENE, P; FIGUEIREDO, E. P In: DEGUSSA. **Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto**. Red Rehabilitar, São Paulo, 2003.

HELENE, Paulo R. L. **Manual para Reparo, reforço e Proteção de Estruturas de Concreto**. 2ª ed. São Paulo: Pini, 1992.

LAPA, J. S. **Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto**. Trabalho de Conclusão do curso de Engenharia Civil. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), 2008.

LIMA, A. C.; SANTOS, C. R. B.; BEZERRA, M. M. P.; BATISTA, T. S.; MONTEIRO, E.C. B. M. **Estudo de caso - manifestações patológicas em estruturas de concreto armado no hospital de câncer de pé**. 6º Conferência sobre patologia e reabilitação de edifícios. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018.

LOTTERMANN, A. F. **Patologias em estruturas de concreto: estudo de caso universidade regional do noroeste do estado do Rio Grande do Sul**. Trabalho de conclusão do curso de Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013.

MACEDO. E. A. V. B. **Patologias em obras recentes de construção civil: análise crítica das causas e consequências**. Trabalho de conclusão do curso de Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017.

MACHADO, A. D. P. **Reforço de estruturas de concreto armado com fibras de carbono**. São Paulo: Pini, 2002.

MARCELLI, M. **Sinistros na construção civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras** - São Paulo: Pini, 2007.

MARCONI, M.; LAKATOS, E. **Fundamentos da metodologia científica**. 4. ed. São Paulo:Atlas, 2003.

MIOTTO, D. **Estudo de caso de patologias observadas em edificação escolar estadual no município de Pato Branco-PR. 2010**. Monografia (Especialização em Construção de Obras Públicas) – Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2010. OLIVEIRA, A. M. **Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações**. Monografia (Especialização em Gestão em Avaliações e Perícias) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

PIANCASTELLI, E. M. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto Armado**. Departamento de Estruturas da EEUFMG – 1997.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. D. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2013.

ROCHA, B. D. S. **Manifestações patológicas e avaliação de estruturas de concreto armado**. Trabalho de Conclusão do curso de Engenharia Civil. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) - Belo Horizonte, 2015.

SANTOS, P. H. C.; SILVA, F. A. F. **Eflorescência: causas e consequências**. Salvador: [s.n.], 2008.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**. São Paulo: Pini, 1998.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.