

LEVANTAMENTO DAS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO EM EDIFICAÇÃO PREDIAL NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO.

SURVEY OF THE MAIN PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURE IN BUILDINGS IN THE CITY OF RIO DE JANEIRO.

ROSADO DOS SANTOS, Marcos Vinícius ¹
DE CARVALHO PIMENTEL, Fabiano ²

Resumo: A escolha do estudo das manifestações patológicas em estruturas de concreto armado se dá pela importância que se deve dar a este tipo de estrutura. Este estudo de caso tem o objetivo de realizar um levantamento das manifestações patológicas em estruturas de concreto armado de um edifício comercial na cidade do Rio de Janeiro. Sendo assim, foram realizadas análises estruturais diariamente de acordo com o desenvolvimento da obra, com apontamentos de estruturas deficientes, foram realizadas as inspeções visuais, registros fotográficos e vistorias na edificação. No entanto, a partir das análises realizadas nesse estudo de caso, fica evidente que as principais manifestações patológicas presentes nas estruturas são: a corrosão do aço e a desagregação do concreto. Esta pesquisa científica tem a função de identificar o tipo de patologia e também informar o método utilizado para o tratamento desses sintomas patológicos.

Palavras-chave: Edificação. Concreto Armado. Patologia.

Abstract: The choice of studying pathological manifestations in reinforced concrete structures is due to the importance that should be given to this type of structure. This case study aims to carry out a survey of pathological manifestations in reinforced concrete structures of a commercial building in the city of Rio de Janeiro. Therefore, structural analysis were carried out daily according to the development of the work, with notes of deficient structures, visual inspections, photographic records and inspections of the building were carried out. However, from the analysis carried out in this case study, it is evident that the main pathological manifestations present in the structures are: steel corrosion and concrete disintegration. This scientific research has the function of identifying the type of pathology and also informing the method used for the treatment of these pathological symptoms.

Keywords: Edification. Reinforced Concrete. Pathology.

¹ Graduado em engenharia Civil - USU - marcos.santos@souusu.com.br

² Mestre em Engenharia civil COPPE/UFRJ e docente da Engenharia Civil – USU fabiano.pimentel@usu.edu.br

1. INTRODUÇÃO

As patologias na construção civil podem ter diversas origens, podem ser no projeto, na execução e na escolha dos materiais. De acordo com os estudos realizados cerca de 40% das patologias surgem na etapa do projeto, 28% no momento da execução, 18% na escolha dos materiais, 10% no uso da estrutura e 4% no planejamento como se pode observar no Gráfico 1 (ARIVABENE,2015).

As manifestações patológicas podem ser fissuras, manchas de umidade, eflorescência, corrosão de armadura, deslocamento de concreto e degradação do concreto, sendo assim, existem diversas patologias que uma edificação pode apresentar, visto que neste trabalho falaremos apenas das principais manifestações presentes em estruturas de concreto armado, deve-se analisar cuidadosamente para entender a causa e executar de forma definitiva o reparo da estrutura. No que diz respeito às estruturas de concreto armado, a degradação é um problema que atinge a construção civil em todo o mundo, principalmente devido à ocorrência precoce. A evolução tecnológica induziu à execução de obras em curto prazo, fazendo o uso de estruturas mais leves e exigências de baixo custo (THOMAZ, 1992).

A estes fatores, soma-se o despreparo dos profissionais, o que leva a obtenção de produtos finais de baixa qualidade e a falta de fiscalização contribui de forma expressiva para o agravamento do quadro. Nesse sentido, percebe-se a importância do diagnóstico precoce na previsão das consequências futuras para o desempenho da edificação; quanto mais cedo sua realização, mais duráveis, efetivas e fáceis serão as correções.

O presente trabalho tem como principal objetivo, apontar as principais manifestações patológicas e suas origens para então verificar-se as causas mais incidentes de deterioração, ambas presentes em estruturas de concreto armado, em edifício predial comercial localizado na zona norte situado no bairro Maracanã, na Cidade do Rio de Janeiro.

Sendo assim, pode se afirmar que o método mais eficiente de se evitar os problemas causados por patologias, iniciou-se pela execução do projeto, tendo como um fator importante a manutenção periódica da estrutura, com o objetivo de identificar e prevenir danos maiores posteriormente. Portanto, com base nos estudos realizados, este trabalho aponta algumas opções de reparos das manifestações patológicas detectadas na edificação, encontrando a solução para os danos causados à estrutura de concreto armado.

Gráfico 1 - Principais origens de incidências de patologias no Brasil



Fonte: ROSADO DOS SANTOS, Marcos Vinicius (2022)

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Conceito básico das edificações

Os acidentes relacionados às edificações ocorrem em nível elevado quando refere-se principalmente a estruturas de concreto armado, tal acontecimento se dá pelas manifestações patológicas originadas por projetos deficientes, falhas na execução, má qualidade dos materiais e má conservação da edificação. Devido ao grande número de acidentes na construção civil, chama a atenção para os elementos que originaram estes acidentes que é o estudo das patologias das construções civis.

Segundo a NBR 15575 (2013), as obras têm que ter uma vida útil de no mínimo 5 anos, muitas vezes as edificações apresentam problemas muito antes deste prazo devido a muitos fatores ligados ao processo da execução da obra como citados anteriormente: projetos deficientes, falhas na execução, má qualidade dos materiais e má conservação da edificação.

2.2 Desagregação do concreto

O concreto possui uma ampla escala de utilização como material de construção devido suas características de trabalho que é a facilidade na execução de diversas formas estruturais, abundância dos materiais de composição, e o mais importante o baixo custo quando se é comparado a uma forma de construção muito utilizada atualmente que é o uso de perfis metálicos para a construção de estruturas metálicas. Antigamente o concreto era visto como um material composto que não havia necessidade de manutenções periódicas devido o seu excelente desempenho em estruturas construídas em concreto armado, diante disso o concreto com o passar dos anos passou a ser utilizado em grande escala em muitos ambientes que são favoráveis ao surgimento de manifestações patológicas em estruturas de concreto

armado, sabe-se que as construções antigas possuíam materiais com baixa resistência mecânica e baixas tensões de serviços, tais estruturas possuem um grande volume de massa e sua inércia era considerável, com o avanço tecnológico da construção civil os materiais de construção passaram a ter uma resistência mecânica elevada admitindo um grande aumento nas tensões de serviços o que se permite criar uma estrutura de maior resistência, menos encorpada e mais econômica, entretanto, as estruturas mais modernas estão cada vez mais sem defesas aos ataques de agentes agressivos, que causam um alto índice de manifestações patológicas nas estruturas (ANDRADE, 1997).

O estudo das patologias das construções possui uma importância imensurável para a construção civil, pois existe uma grande necessidade em apresentar o conhecimento técnico capaz de apontar as manifestações patológicas mais recorrentes e o estágio em que essa patologia se apresenta, visto que, quando fala-se em reparo estrutural, quanto mais cedo identificar-se a patologia e o nível de gravidade, menor será o custo da recuperação estrutural (ANDRADE apud STEEN, 1997, p. 13).

Estudar as manifestações patológicas auxilia na prevenção à patologia, pôr em prática uma elaboração de fiscalização e manutenção de áreas específicas sujeitas a maior

exposição de agentes agressores, revisar as normas construtivas, criar novos métodos reconstrutivos capazes de minimizar os gastos com a reparação estrutural, todos esses apontamentos são fundamentais para o desenvolvimento do estudo aqui apresentado (ANDRADE apud DALMOLIN, 1988, p. 14).

Existem dois tipos de fatores que implicam no assunto quando se menciona a durabilidade das estruturas que é o próprio corpo que o concreto forma e as condições do meio ambiente, tais fatores possuem uma grande influência quando falamos em durabilidade, o concreto possui propriedades importantes como a trabalhabilidade, segregação, plasticidade, resistência à compressão, resistência à tração, cisalhamento e outras, essas propriedades estão diretamente ligadas com os métodos construtivos em todas as fases do processo de construção dentre elas destacamos o planejamento, execução, materiais, utilização e manutenção. No caso da manutenção de estruturas é notório a falta de cuidado e atenção por parte do corpo técnico e científico, tendo em vista que a fiscalização e o controle da qualidade dos serviços executados em todas as fases da obra é um fator de extrema importância para a realização de construções duradouras, as ações e reações entre o concreto e o meio ambiente são pontos que implicam diretamente na durabilidade das estruturas, no entanto, ambos fatores possuem uma avaliação extremamente difícil principalmente quando destaca-se os agentes agressores que fazem parte dessa relação, os fatores apontados aqui possuem grande importância quando se busca avaliar a vida útil das estruturas, principalmente estruturas localizadas em regiões industriais e próximas do litoral, onde possuem áreas com elevado índice de agentes agressores ao meio ambiente, sendo assim, é de suma importância a realização de uma análise técnica principalmente nas áreas mais afetadas, para verificar-se as origens das manifestações patológicas e acionar o corpo técnico para que executem as ações de recuperação com a finalidade de se obter obras de longa duração (ANDRADE, 1997).

O concreto fresco é uma mistura em proporções adequadas de materiais aglomerantes, agregados e água, sendo que em casos específicos a mistura pode conter aditivos, em composição o cimento é o aglomerante, já a areia e brita são denominados como agregados, o concreto no estado endurecido tem como característica uma elevada resistência à compressão, em contrapartida possui baixa resistência à tração, e no intuito de solucionar essa deficiência de baixa tração, surge o emprego da armadura de aço no maciço de concreto, originando então a estrutura de concreto armado, o aço é um material criado a partir de uma liga metálica formada principalmente de ferro e carbono, nesse sentido, o objetivo das armaduras no maciço de concreto é gerar uma elevada resistência à tração na estrutura de concreto, vale ressaltar que mesmo que as armaduras de aço estejam dentro do maciço de concreto e respeitando o recobrimento mínimo estabelecido por norma NBR 611/2014, ainda assim essas armaduras não estão livres das ações de agentes agressores que dão origem às manifestações patológicas como é o caso da corrosão do aço, entretanto, o processo de manutenção periódica nas armaduras sendo elas preventivas ou corretivas é fundamental para obter-se maior durabilidade da estrutura de concreto armado, para então conter a ação da corrosão do aço visando um maior entendimento no que se diz respeito às suas causas, seus comportamentos e as consequências que podem sofrer as estruturas (ZUCARELI, et al, 2021).

2.3 Corrosão de armaduras de aço

O processo de corrosão do aço presente no concreto armado é uma patologia extremamente grave, por consequência esse problema pode levar o aço a ter sérias deficiências como a perda de resistência, a perda de seção transversal e a perda de ductibilidade que é a propriedade que mede a quantidade de tensão de tração que o metal pode suportar até o momento de sua fratura, e com relação a essa patologia o meio ambiente está diretamente ligado, por causa dos agentes agressivos que estão em contato com os materiais metálicos, a corrosão das armaduras tem origem por reações químicas entre íons de ferro, água e oxigênio, com mais incidências em áreas onde apresentam passagem para água e o oxigênio como as fissuras e rachaduras, pois as mesmas deixam a armadura vulnerável a essa ação, essa manifestação patológica no concreto armado pode ser classificada em dois tipos principais os quais são, o fator externo e o fator interno, os fatores internos são elementos naturais que reagem com o aço dentro do concreto que são eles: o oxigênio, a umidade relativa, a temperatura, a carbonatação, os poluentes gasosos, os ácidos e os íons, elementos capazes de reduzir o PH alcalino presente no concreto, substância de extrema importância pois protege as barras de aço dos agentes corrosivos, já os fatores externos, correspondem aos aspectos de qualidade do concreto e do aço, proporção de cimento, aditivos, água, agregados, proporção de água cimento, compostos químicos e estrutura de aço (ZUCARELI, et al, 2021).

A corrosão se diferencia de duas formas, corrosão úmida e corrosão seca, quando o material metálico entra em contato com algum meio líquido seja a água doce ou salgada, soluções ácidas e alcalinas, e alguma matéria como o solo ou o concreto, então se classifica como corrosão úmida, no caso de corrosão seca é quando o material é condicionado a uma temperatura muito alta, a redução da durabilidade da estrutura de concreto é a consequência da ação da patologia de corrosão úmida sendo essa a causa principal, a durabilidade da estrutura corroída é definida em duas etapas diferentes que é o início da corrosão e o desenvolvimento

da mesma, sendo que primeiramente acontece a proliferação dos agentes agressivos na armadura e posteriormente a armadura começa a ter o processo de corrosão, diante disso, essa patologia em especial precisa ser prevista e evitada o quanto antes, de preferência na fase inicial do processo, momento em que o reparo estrutural ainda é mais simples e prevenindo possíveis problemas na estrutura de concreto armado (ZUCARELI, et al, 2021).

O projeto de pesquisa aborda questões voltadas ao estado estrutural em que o edifício comercial encontra-se. Desse modo, é possível concluir que existem vários tipos de conceitos sobre manifestações patológicas, assim como vários tipos de patologias em estruturas de concreto armado, tendo em vista que este trabalho tem como foco principal apontar os casos de degradação do concreto e a corrosão da armadura de aço. O estudo das manifestações patológicas é importante em diferentes ambientes da construção civil, sobretudo para o segmento da construção tradicional, a presença de um corpo de engenharia é sem dúvidas de extrema importância, para que o mesmo acompanhe assiduamente todas as etapas da obra desde a elaboração do projeto, a execução das tarefas conforme orienta o projeto e as normas técnicas, até a finalização dos serviços e a entrega da obra, para que dessa forma seja possível obter-se edificações com no mínimo 5 anos sem a presença de manifestações patológicas.

3. DESENVOLVIMENTO

Para a realização do estudo de caso foi feita uma pesquisa científica com a elaboração de revisão bibliográfica através de consultas a artigos científicos, livros, normas técnicas e revistas. Foram abordados os seguintes assuntos relacionados ao objetivo do trabalho: Manifestações Patológicas, corrosão do aço, desagregação do concreto, estruturas de concreto armado, durabilidade das edificações. Esta revisão bibliográfica teve como objetivo atualizar o leitor sobre os assuntos já estudados.

Foram coletados os indicadores de manifestações patológicas entre os meses de Fevereiro e Agosto de 2022 em uma obra predial comercial situada na cidade do Rio de Janeiro. As informações coletadas foram necessárias para que se compreende-se as causas das manifestações patológicas encontradas na edificação.

Essas análises dos indicadores buscam levantar quais são as técnicas construtivas que não foram realizadas de acordo com as normas e que puderam gerar manifestações patológicas, desse modo foi possível definir qual seria o melhor método a adotar para a realização dos reparos das estruturas em concreto armado.

Para a realização do estudo de caso o autor selecionou 02 patologias com maior índice de manifestações presentes na estrutura da edificação, as quais são: corrosão do aço das armaduras e a desagregação do concreto. O método de análise das manifestações patológicas foi por inspeção visual e em seguida fotografadas para serem utilizadas como parte do conteúdo de pesquisa.

As etapas do processo de análise e reparo estrutural que deu origem ao estudo de caso dessa pesquisa, foram executadas na seguinte ordem:

1. Primeiramente realizou-se a inspeção visual das estruturas de concreto armado
2. Em seguida, identificou-se a corrosão do aço e a desagregação do concreto
3. Feito isto iniciou-se o processo de tratamento das estruturas com produtos específicos e em determinadas vigas e pilares houve a necessidade de realizar o reforço estrutural.

Os resultados encontrados após as análises iniciais das estruturas e o processo de reparo das mesmas após os diagnósticos, tornou possível a criação de um descritivo de desenvolvimento, chegando às considerações finais da pesquisa científica.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 Área de estudo

A construção em estudo se trata de uma edificação predial comercial, com localização na região da zona norte da cidade do Rio de Janeiro. O edifício foi construído na década de 1960 e é caracterizado como uma edificação baixa, contendo apenas 3 pavimentos. A estrutura empregada é de concreto armado, com paredes internas de alvenaria de tijolos, fachada com revestimento bruto de emboço apresentando um acabamento comum, a mesma possui um terreno plano em avenida pavimentada.

4.2 Estudo de caso

O estudo das patologias nas estruturas de concreto armado tem como objetivo identificar as causas, anomalias e maneiras de restauração da estrutura.

As patologias em edificações são as principais deficiências que põem em risco a durabilidade das construções, em meio a essas patologias, evidenciamos as principais presentes em estruturas, visto que tais patologias é objeto deste trabalho de pesquisa científica. Nesse sentido, destaca-se o aço e o concreto, que são os materiais mais utilizados na construção civil para a construção de estruturas, de acordo com o projeto e execução essas estruturas irão ou não apresentar algum tipo de patologia e seu nível de avanço, cabe a uma excelente elaboração do projeto e execução da obra para prevenir e evitar o surgimento das patologias. A movimentação estrutural de fato ocorre pois toda estrutura de concreto armado trabalha principalmente devido a ação da temperatura por exemplo.

Nesse contexto, a estrutura apresenta-se vulnerável a uma série de patologias causadas por esse efeito, sendo que as patologias são consequências de erros de projeto e execução. Em determinados casos, é possível realizar um diagnóstico das patologias nas estruturas, verificando através de visualização a olho nú, porém em situações mais complexas é necessário uma análise do projeto, investigar como foi realizada a execução da estrutura, verificar a quais cargas essa estrutura foi submetida, e analisar como essa patologia reage a estímulos propositais, sendo assim, torna-se possível identificar o que causou essas deficiências e consequentemente realizar o processo de correção para que não se manifeste novamente.

A aceleração elevada do crescimento da construção civil, implica obrigatoriamente a necessidade de inovações, acrescentando também maiores riscos desse novo processo. O fato de aderir aos riscos, implicou na necessidade de obter-se um conhecimento mais amplo sobre as estruturas e os materiais de construção, com base nos estudos e análises dos erros cometidos, o que resulta em deterioração antecipada. Entretanto, tem-se verificado que algumas estruturas chegam ao fim por não ter desempenho satisfatório, se comparadas com o objetivo para que foram construídas, assim caracteriza-se a deterioração estrutural. O levantamento realizado dentro da obra no período de execução da reforma com expansão de pavimentos, mostram que as áreas do primeiro, segundo e terceiro pavimento são as regiões onde ocorrem maior número de manifestações patológicas nas estruturas de concreto armado.

O diagnósticos das patologias deste projeto de pesquisa foram todos realizados através da visualização, visto que ambas patologias estavam aparentes nas estruturas localizadas especificamente nas vigas, nos pilares e nas lajes, agindo de forma agressiva no concreto e na armadura de aço.

Em conformidade com a última análise realizada na edificação, nenhuma das manifestações patológicas que são objeto da pesquisa estão expostas a riscos acima do limite de tolerância exigido pelas Normas Regulamentadoras.

Para servir como referência para o assunto das manifestações patológicas mais presentes na estrutura do edifício analisado foram: a desagregação do concreto, a corrosão das armaduras de aço e a presença de fissuras.

As vigas foram as principais partes da estrutura que apresentaram fissuras, a partir do processo de corrosão das armaduras também foram encontradas fissuras como consequência desse processo, fissuras que seguiram o alinhamento da barra aço corroída.

A corrosão das armaduras fez-se presente em diversos elementos como lajes, vigas e pilares, da mesma forma pode-se verificar a desagregação do concreto no qual a maioria das ações foram provocadas pelo próprio processo de corrosão da armadura de aço.

Vale ressaltar que os problemas dos projetos arquitetônicos e da execução da edificação, também contribuiu para o surgimento das patologias levantadas nesse estudo de caso, onde os problemas mais encontrados são: falta de juntas de dilatação; falta de pingadeira de concreto; espessura de cobrimento de armadura inadequada; piso sem caimento para o escoamento de água.

De acordo com as análises realizadas nas estruturas do edifício comercial constituído por três pavimentos, foram levantadas as principais manifestações patológicas em atividade. No primeiro pavimento foi verificado que o pilar interno da edificação, no qual o mesmo recebe uma carga considerável devido aos carregamentos direcionados a este pilar, apresenta desagregação do concreto em sua base. O mesmo possui manchas superficiais de tonalidade avermelhadas e com deslocamento de concreto, encontra-se também agregados graúdos soltos que podem ser removidos com a mão e principalmente apresenta nas armaduras de aço uma corrosão de leve intensidade. É evidente que as causas dessas patologias encontradas tenham sido geradas pela baixa resistência do concreto à compressão, falta de cobrimento mínimo exigido em projeto, e ainda algum erro no lançamento e adensamento do concreto no momento da execução da estrutura, tais manifestações patológicas podem ser observadas na Figura 1.

Figura 1 - Corrosão das armaduras de aço e desagregação do concreto em pilar



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

No segundo pavimento, verificou-se a corrosão das armaduras nas vigas de bordo da estrutura onde apresentavam manchas avermelhadas, fissuras, deslocamento e desagregação do concreto e armaduras com seções reduzidas. De acordo com os estudos realizados, as prováveis causas dessa corrosão das armaduras devem ter ligação com o cobrimento insuficiente não seguindo o projeto, concreto sem a devida homogeneidade, concreto com alto teor de permeabilidade, argamassa com deficiência no envolvimento total dos agregados, e alta presença de umidade na área devido a presença de água, tais manifestações patológicas podem ser observadas na Figura 2.

Figura 2 - Corrosão das armaduras de aço e desagregação do concreto em viga



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022)

No terceiro pavimento, verificou-se também o processo de corrosão das armaduras em laje, a estrutura também apresentava manchas avermelhadas, as barras de aço ganharam destaque pelo processo de corrosão e conseqüentemente a redução da sua seção em milímetros. É notório a desagregação do concreto em pontos específicos dessa estrutura, principalmente onde a concentração de umidade é constante devido a água de chuva e a falta de impermeabilização da laje. No entanto, as causas dessas manifestações patológicas estão ligadas ao elevado teor de umidade presente na estrutura, tais manifestações patológicas podem ser observadas na Figura 3.

Figura 3 - Corrosão das armaduras de aço e desagregação do concreto em laje



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Apesar das patologias que são o centro da pesquisa científica estarem em elementos estruturais diferentes, foi analisado que a maioria das patologias aconteceram basicamente pelas mesmas causas e que a partir deste levantamento, foi preciso realizar um plano de ação com o objetivo de identificar os riscos das patologias, seguindo todos os métodos de tratamento, recuperação e reforço estrutural, não menos importante a orientação aos usuários da edificação sobre a necessidade da realização de vistorias e manutenções periódicas, com a finalidade de evitar e prevenir o surgimento de manifestações patológicas na edificação.

Começando pelos métodos de tratamento e recuperação dos elementos estruturais, no primeiro pavimento foi realizado o processo de escoramento estrutural em volta do pilar,

utilizando as escoras metálicas que foram posicionadas nas vigas que geram um carregamento neste pilar. Em seguida foi executada a técnica de apicoamento manual na região crítica do pilar onde apresentavam os sinais de desagregação do concreto, até atingir a superfície em boas condições da estrutura e liberar as armaduras para receberem o tratamento.

Após uma segunda análise das armaduras, foi constatado que não se faria necessário a substituição das barras de aço que apresentavam corrosão, pois a intensidade da corrosão não era de nível elevado, com isso, foi determinado que a armadura exposta receberia um tratamento à base de produtos químicos que possuem ação neutralizante da corrosão e proteção contra a corrosão. No entanto, primeiramente foi realizada a limpeza dessas armaduras com escovas de aço e água potável, a fim de remover todos os produtos de corrosão presente nas barras de aço, nas regiões a serem reparadas.

Os produtos químicos de ação neutralizante e de proteção à corrosão foram aplicados seguindo essa ordem e respeitando o tempo de ação entre eles. Após essa etapa de tratamento do aço com os inibidores de corrosão, o processo de tratamento dessa patologia finaliza-se com a etapa de recuperação da estrutura, em que consiste na recomposição geométrica do pilar, para isso, foi executado a aplicação de argamassa tixotrópica com alto teor de resistência em toda a área específica de tratamento desse elemento estrutural, até que toda a armadura exposta fosse envolvida pela argamassa obtendo a espessura de cobrimento necessária exigida em projeto.

No segundo pavimento, seguindo as tarefas do projeto de reforma, foi executada a remoção de alvenaria periferia para o processo de ampliação do pavimento de acordo com o novo projeto arquitetônico e projeto estrutural. Em meio a execução de demolição da parede de alvenaria juntamente com a demolição do rebaixamento de teto em forro de gesso acartonado, foram detectadas após análise visual as patologias apresentadas anteriormente. Desse modo, prezando pela segurança das pessoas presente diariamente na obra e pela segurança do edifício, foram posicionadas escoras metálicas na base da viga para evitar um possível abalo estrutural, já que esse elemento estrutural não possuía a mesma resistência inicial de quando foi construído, e pôs se tratar de uma viga de cinco metros de comprimento no qual apresenta um vão considerável entre os pilares de apoio.

O processo de tratamento, recuperação e reforço estrutural da viga de bordo inicia-se basicamente com o mesmo processo de tratamento e recuperação do pilar do primeiro pavimento. Primeiramente foi realizada a limpeza das barras de aço e dos estribos com escova de aço e água potável para lavagem da armadura, em seguida foram aplicados os produtos químicos neutralizador de corrosão e protetor anticorrosivo à base de zinco. Após a avaliação diagnóstica da estrutura, ficou evidente que a viga de bordo precisaria de um reforço estrutural devido a perda significativa da seção dos estribos, sendo assim, com base no novo projeto de reforço estrutural apresentado pelo engenheiro calculista responsável pela obra, foi realizado o processo de encamisamento da viga de bordo que consiste no aumento da seção e o incremento de armadura, visto que essa viga que recebe a carga da laje, iria receber um carregamento maior devido o acréscimo de peso de três caixas d'água com capacidade para mil litros cada uma e um telhado em estrutura metálica com instalação de painéis fotovoltaicos estruturados nesse telhado. Para a realização do processo de encamisamento foram utilizadas barras de aço CA-50 de seção 6,3mm para os estribos, barras de aço CA-50 de seção 12,5mm para as barras longitudinais, já o traço utilizado para o preparo do concreto

foi: 1 saco de cimento; 2 latas de areia; 3 latas de brita zero e 1 lata de água (aproximadamente).

No terceiro pavimento caracterizado como laje/piso, o procedimento de tratamento e recuperação estrutural também segue no mesmo padrão dos pavimentos um e dois, o processo também iniciou-se com o apicoamento manual nas áreas onde o concreto encontrava-se fragilizado na parte inferior da laje, em seguida executou-se a limpeza das armaduras expostas com escova de aço e água potável, para então, a aplicação dos produtos químicos inibidores de corrosão do aço os quais são: o neutralizador de corrosão e o protetor anticorrosivo a base de zinco, feito isto, o próximo passo foi a recomposição dos pontos que sofreram desagregação

do concreto, utilizando a argamassa tixotrópica de alta resistência para o preenchimento dessas falhas estruturais. No que diz respeito à parte superior da laje/piso, o procedimento inicial foi remover todo o contrapiso existente, juntamente com a malha de aço que apresentava elevado estágio de corrosão devido a exposição constante à umidade. Nessa etapa o processo de tratamento e recuperação, consistiu em uma instalação de nova malha de aço CA-60 em toda a área da laje com dimensões 2m x 2m e seção de 4,2mm, com adição de barras de aço longitudinais de acordo com o comprimento da laje, com espaçamento de 60cm entre si até as bordas laterais da laje, barras de aço CA-50 longitudinais com 8m de comprimento e seção de 12,5mm, seguido de aplicação de uma camada de concreto para o cobrimento da armadura de aço, cujo o traço foi o mesmo utilizado no encamisamento da viga: 1 saco de cimento; 2 latas de areia; 3 latas de brita zero e 1 lata de água (aproximadamente), aplicação de impermeabilização com manta asfáltica para proteção contra a umidade, e para a finalização desse processo foi executado uma proteção mecânica para essa impermeabilização, com a realização de um novo contrapiso com caimento para impedir o acúmulo de água em caso de algum tipo de vazamento hidráulico ou de águas pluviais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo realizar um estudo sobre as manifestações patológicas presentes nas estruturas de concreto armado devido às falhas nos procedimentos de execução dos serviços, falta de manutenção e as interferências de agentes agressivos presentes na natureza.

A durabilidade de um elemento estrutural está diretamente ligada aos fatores de construção e a localização geográfica em que a obra reside, a manutenção preventiva é um fator de extrema importância quando o objetivo é aumentar a durabilidade da estrutura, pois dessa forma é possível prevenir ou evitar danos na estrutura que por sua vez comprometem a segurança da edificação.

A partir de uma vistoria realizada foram levantados as principais patologias presentes na edificação de modo a conhecer as causas e suas consequências, tais patologias são: a desagregação do concreto e a corrosão das armaduras de aço.

O estudo aborda as causas das manifestações patológicas e apresenta o processo de reparo das estruturas, em determinados elementos estruturais houvesse a necessidade da realização de um reforço estrutural, devido a gravidade do estado da patologia, além da recuperação estética/estrutural do edifício, o processo de reparo também tem por finalidade aumentar a durabilidade e usabilidade da edificação.

De acordo com o estudo de caso apresentado pode-se analisar que houve má execução do projeto de construção, em que, pode-se afirmar que a execução dos serviços não foram realizadas de acordo com as normas técnicas e também não contou com a vistoria de um corpo técnico. Com base nessas análises, todos os problemas estruturais dessa edificação poderiam ser evitados, se os serviços executados fossem realizados dentro das normas técnicas e principalmente tivesse a presença de um profissional capacitado realizando as vistorias necessárias em cada etapa de execução dos serviços.

Como sugestão para a continuidade deste trabalho entende - se a necessidade de uma melhor avaliação sobre o tema abordado para que possa ser evitado novas manifestações patológicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARIVABENE, 2015. Antonio Cesar. Patologias em estruturas de concreto armado: Estudo de caso. Revista Especialize On-line IPOG, Goiânia, v. 3, n. 10, p. 1-22, 2015. Acesso em: 05 out. 2022.

ANDRADE apud STEEN, 1997, P. 13. ANDRADE, Jairo Jose de Oliveira. Durabilidade das estruturas de concreto armado: análise das manifestações patológicas nas estruturas no estado de Pernambuco. 1997. Acesso em: 30 ago. 2022

ANDRADE apud DALMOLIN, 1988, p.14. ANDRADE, Jairo Jose de Oliveira. Durabilidade das estruturas de concreto armado: análise das manifestações patológicas nas estruturas no estado de Pernambuco. 1997. Acesso em: 10 nov. 2022.

GNIPPER; MIKALDO JR, 2007, p.2. BARBOSA, Ricardo Gomes. ESTUDO DE CASO DE PATOLOGIA EM IMÓVEL MULTIFAMILIAR EM MANHUAÇU. Repositório de Trabalhos de Conclusão de Curso, 2021. Acesso em: 20 set. 2022.

NBR 15575/2013, ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15575: Edificações habitacionais – Desempenho: Requisitos para os sistemas estruturais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. Disponível em: <https://www.creago.org.br/noticia/view/171/vida-util-e-prazos-de-garantia-sob-a-otica-da-norma-de-desempenho-nbr-15575>. Acesso em: 01 nov. 2022.

NÓBREGA apud AZEVEDO, 1987, p.2. ANDRADE, Jairo Jose de Oliveira. Durabilidade das estruturas de concreto armado: análise das manifestações patológicas nas estruturas no estado de Pernambuco. 1997. Acesso em: 05 nov. 2022.

THOMAZ, 1992. MARTINS, Natalia Pires; PESSOA, Raniely; NASCIMENTO, Rayssa. Priorização na Resolução de Manifestações Patológicas em Estruturas de Concreto Armado: Método GUT. Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada, v. 2, n. 3, 2017. Acesso em: 07 out. 2022.

ZUCARELI, 2021. Vitor Leandro et al. Corrosão do aço em estruturas de concreto armado. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 2, p. 14349-14354, 2021. Acesso em: 05 nov. 2022.