

MANIFESTAÇÕES E SINTOMAS PATOLÓGICOS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Ricardo Resende Tanque¹

Geisla Ap. Maia Gomes²

RESUMO

Este trabalho descreve sobre as Patologias Estruturais no da Engenharia das Construções. O objetivo é identificar as manifestações e sintomas patológicos em estruturas de concreto armado no processo construtivo (fase de execução) de um bloco em um condomínio fechado em Belo Horizonte-MG, evidenciando as causas, consequências, soluções ou tratamentos necessários e verificando a influência da qualidade da mão de obra empregada. Adotou-se o estudo de caso único como metodologia, subsidiado pela revisão da bibliografia e literatura atualizadas. A coleta dos dados coletados contou com a observação participante, e os resultados foram interpretados e descritos. Identificou-se que as manifestações e sintomas patológicos em estruturas de concreto armado mais comuns no caso em estudo foram: segregação, resistência e fissuras. Acredita-se que as causas das patologias identificadas e analisadas estejam relacionadas à (falta de qualidade da) mão de obra envolvida na execução e supervisão da concretagem e, também, à má qualidade dos materiais. Desta forma, atribuiu-se como consequências das manifestações patológicas, tanto a desqualificação da mão de obra executora da construção, quando dos projetistas (engenheiros) que dever-se-iam cuidar da supervisão e da garantia do cumprimento de seus projetos e especificações, inclusive no tipo de material utilizado. Concluiu-se que a Engenharia Civil deve ater-se à qualidade das etapas das edificações na Construção Civil, visando projetos mais assertivos, da aplicação das melhores técnicas, da execução precisa e supervisionada, do uso de materiais confiáveis, e do investimento em mão de obra qualificada para a garantia da segurança e qualidade da edificação e obtenção do desempenho esperado ao longo de sua vida útil.

Palavras-chave: Construção Civil. Estruturas. Concreto Armado. Patologias. Mão de obra.

¹Bacharelado em Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas. E-mail. ricardo.tanque@alunos.uni.edu.br

² Prof. Especial, Mestranda em Estatística Aplicada. Docente no Centro Universitário do Sul de Minas.

1 INTRODUÇÃO

Apesar da ampla aceitação e preferência em edificações (NEVILLE, 2016), com o passar do tempo, a Engenharia Civil deparou-se com a apresentação de manifestações e sintomas patológicos significativos nas estruturas de concreto armado. Como os demais materiais, o concreto armado também possui deficiências, é afetado por elementos químicos que fazem parte da composição do cimento, pela temperatura e por outras causas associadas ao desenvolvimento das atividades do processo construtivo (SANTIAGO, 2022).

Sendo assim, este material se fez merecedor de atenção de todos os profissionais atuantes na área, colocando-os alertas e atentos para quaisquer sinais de manifestações e sintomas patológicos, necessitando avaliar suas causas, prever suas possíveis consequências e propor prováveis tratamentos e medidas corretivas, visando garantia e integridade das estruturas (SILVA et al., 2021; NASCIMENTO; FONTES, 2021; NOVAES; POZNYAKOV, 2021; NASCIMENTO; FONTES, 2021;).

As Patologias do Concreto Armado destacam que as manifestações e sintomas patológicos, potencialmente ameaçadores da qualidade do projeto, da redução da resistência e do encurtamento da vida útil da edificação, têm muitas fontes causadoras e evidenciam a qualidade da mão de obra envolvida na execução da obra como uma das mais preocupantes, tanto pela sua falta de qualificação, quanto pela escassez. Tais fatores compõem a caracterização de um cenário com aumento de patologias associado ao declínio da qualidade na Construção Civil (WEIMER et al, 2018; BERTHI et al, 2019).

Em consenso, autores da bibliografia e da literatura especializada afirmam que a mão de obra da Construção Civil não se faz qualificada, suficientemente, para o trabalho com o concreto armado, corroborando com a potencialidade de patologias associadas na fase de execução (SOUZA; RIPPER, 2009; BUFON; OLIVEIRA; NUNES, 2017; WEIMER et al, 2018; BERTHI et al, 2019). Portanto, este cenário e a descrição breve deste contexto motivaram à indagação: qual a caracterização da mão de obra da Construção Civil no contexto das manifestações e sintomas patológicos em estruturas de concreto armado?

A abordagem das manifestações e sintomas patológicos em estruturas de concreto armado identificadas no processo construtivo contribui com engenheiros e futuros engenheiros da Construção Civil. Os engenheiros são responsáveis não somente pela proposição dos projetos, mas pelo acompanhamento e supervisão de sua execução em conformidade ao projetado. O conhecimento de causas dos problemas, a prescrição das

terapêuticas adequadas e a eliminação das causas do problema faz-se um compromisso do engenheiro, qualificando o seu trabalho. A correta supervisão de seus projetos vai garantir a imposição da qualificação da mão de obra (SILVA; GONÇALVES; CORRÊA, 2022; SANTIAGO, 2022; SANTOS; FARIAS, 2022). A promoção da mensagem acerca da necessidade da conscientização dos engenheiros envolvidos sobre os riscos vigentes das patologias e a necessidade de sua atuação e intervenção compromissadas, corroborando com seus clientes, vem justificar acadêmico-cientificamente e socialmente este estudo.

O objetivo geral deste trabalho de conclusão de curso é identificar as manifestações e sintomas patológicos em estruturas de concreto armado no processo construtivo (fase de execução) de um condomínio fechado em Belo Horizonte-MG. Os específicos são: identificar a importância das Patologias na Construção e para a Engenharia Civil; evidenciar as causas, consequências e soluções ou tratamentos das manifestações e sintomas patológicos identificadas em estruturas de concreto armado, na fase de execução do caso em estudo; verificar a influência da qualidade da mão de obra nas manifestações e sintomas patológicos identificadas em estruturas de concreto armado, na fase de execução do caso em estudo.

Estes se cumpriram mediante uma revisão bibliográfica-literária atualizada, quanto por meio de um caso em estudo.

2 MANIFESTAÇÕES E SINTOMAS PATOLÓGICOS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

2.1 A demanda pela mão de obra qualificada para o uso do concreto armado na Construção Civil

Oliveira e Nunes (2017) ponderam que é impossível pensar na Construção Civil, especialmente em sua fase de execução, sem associar o segmento ao binômio (termos/elementos) pedreiro e cimento/concreto. Afirmam que, embora o ofício do pedreiro seja uma das atividades laborais mais antigas e que o cimento/concreto seja a matéria prima básica da Engenharia Civil, ambos por si só não garantem a qualidade da construção e, diversas patologias passaram a ser associadas às edificações ao longo do tempo, mesmo mediante evolução tecnológica de seus processos e materiais. Frente a tal conjuntura descrita, afirmam que grande parte das patologias da Construção Civil no Brasil estão associadas às falhas de execução das obras.

Para Neville (2016), a Construção Civil embasa-se em 3 pilares: força de trabalho, matéria prima e ferramentas/maquinários/equipamentos. Entretanto, ressalta que especificamente, em relação à boa matéria prima e uso de maquinários tecnológicos disponíveis – dando destaque, no caso para o concreto – a qualidade da execução vem depender da habilidade humana, do conhecimento e dos bons hábitos de trabalho nos canteiros de obras. O autor afirma existir uma grande tensão entre a teoria de concreto armado e a prática nos canteiros de obra, pois esta se torna dependente da mão de obra nem sempre qualificada como necessária.

Martins e Fioriti (2016) acrescentam que além da desqualificação da mão de obra para a Construção Civil, tem-se ainda o fator da carência da mesma especializada para o setor. Os autores caracterizam tanto a desqualificação quanto a escassez como critério de falhas na execução, passíveis de promoção de patologias. E, especificamente para o trabalho com o concreto armado, enaltecem as seguintes: falta de experiência com a concretagem; instalações não adequadas de escoamentos e formas; deficiências em montagens das armaduras; inadequações em relação ao uso de materiais de construção e; falta ou ausência de controle de qualidade e supervisão das atividades.

Candido e Figueiredo (2020) e Cirino et al. (2020) destacaram algumas deficiências da concretagem relacionadas às falhas da mão de obra, envolvendo: transporte, lançamento, juntas de concretagem, adensamento e cura. Ambas são resguardadas pela NBR 14931/2004, tratando sobre os procedimentos para a execução de estruturas de concreto. Para os autores, é indispensável que a mão de obra execute e a supervisão da obra se certifique de que a concretagem esteja de acordo em todo o seu processo, para que o concreto realmente preencha os espaços desejados e necessários.

Recomenda-se que a mistura seja realizada exatamente como prescrito no projeto, para a obtenção da resistência mínima desejada. Ainda, o tempo entre a mistura e a conclusão do lançamento do concreto não deve ultrapassar ao tempo da pega do cimento, sendo recomendado aproximadamente 2 horas e 30 minutos. Caso o cimento tenha sua pega iniciada, recomenda-se que o restante do concreto seja descartado (CIRINO et al., 2020).

O transporte do concreto (quer seja em concreteiras ou realizado na própria obra), considerando desde a sua saída (em caminhões ou carrinhos) até a chegada ao local a ser aplicado, deve ocorrer de modo preventivo à segregação dos componentes da mistura, impedindo que a massa seque ou perca a sua fluidez e resulte em redução da sua trabalhabilidade. Desta forma, o cronograma deve sempre considerar o tempo para concretar a primeira camada e o tempo demandado para o transporta para a segunda camada, observando

que o intervalo entre ambas não estenda-se – o que pode possibilitar juntas indesejadas e/ou superfícies sem aderência (CANDIDO; FIGUEIREDO, 2020).

Sobre o lançamento do concreto, recomenda-se acontecer de modo não brusco, evitando o deslocamento das armaduras de aço; além disso, recomenda-se que seja lançado o mais próximo de seu destino final, prevenindo a separação do mesmo. Ainda, faz-se necessária a realização do adensamento do concreto, visando o preenchimento de toda a forma e eliminando eventuais segregações (ou bicheiras, ou ninhos de concretagem ou vazios no concreto, como também denomina-se). Fora isto, deve-se prosseguir com o adensamento para promoção da exsudação da mistura (CIRINO et al., 2020).

A ciência do concreto – e da concretagem – encontra-se em desenvolvimento acentuado, pois de uma tecnologia simples, processos inovadores e estudos fundamentados em normas foram se desenvolvendo aprimorando sua produção e formas de oferta ao mercado (BUFON; ANSCHAU, 2016; OLIVEIRA; NUNES, 2017).

A não conformidade com as prescrições e com as normas técnicas, a omissão ou a negligência de supervisão por parte dos engenheiros civis ou a desqualificação (não conhecimento) da mão de obra são fatores influenciadores do controle tecnológico do concreto usinado. De acordo com Oliveira e Nunes (2017), na Construção Civil tudo deve ser projetado, calculado e supervisionado para a minimização de erros. O investimento em materiais tecnológicos e inovadores é suficiente se a mão de obra empregada deixar a desejar – desta feita, investigações sobre controles de qualidade é requisito primordial para empresas que, na atualidade, buscam por melhorias em seus processos, garantia da fatia de mercado e não somente o lucro a qualquer preço.

Silva, Gonçalves e Corrêa (2022) afirmam que a mão de obra empregada para o uso do concreto armado na Construção Civil, quando desqualificada, assume-se como a principal fonte de manifestações patológicas. Seguindo a este critério, os autores associam a demanda por redução de custos nas obras e a necessidade de cumprimento de prazos. Bufon e Anschau (2016) e Oliveira e Nunes (2017) corroboram na assertiva de que a mão de obra não qualificada, utilizada na fase de execução de um projeto, é fator indiscutível para ocasionamento de manifestações patológicas e que, quando associada ao ineficiente controle de qualidade e à má qualidade dos materiais empregados são comprometedores ao projeto final de uma obra que emprega a técnica de concreto armado.

As manifestações patológicas (especificamente acerca do concreto armado) ocorridas na Construção Civil são caracterizadas por Berthi et al. (2019) como falhas graves em todas as fases da obra, quanto ao uso de materiais inadequados ou de má qualidade, ocorridas na

seguinte proporção: 34% no planejamento (no projeto); 40% na execução da obra (o que inclui a mão de obra inadequada e a falta de qualidade de supervisão); 18% na má qualidade de materiais utilizados e; 8% na ausência da manutenção preventiva.

Oliveira e Nunes (2017), Candido e Figueiredo (2020) e Cirino et al. (2020) asseguram que, embora o setor da Construção Civil apresenta-se em constante transformação e evolução tecnológica, permitindo a melhoria do processo construtivo, contando com materiais inovadores e apurando a melhoria estética de qualquer obra projetada, o grande desafio ainda concentra-se nos profissionais que executam os projetos de concreto armado, que não respeitam padronizações e especificações relacionadas à promoção da segurança e da qualidade. As obras que apresentam manifestações patológicas do concreto armado, geralmente, têm seu custo final acrescido em 15-20% do projetado, devido às propostas de tratamento, reparos, restaurações ou retrabalho na obra.

2.2 Patologias na Construção/Engenharia Civil

Patologias na Construção Civil são as manifestações ocorridas no ciclo de vida da edificação que oferecem prejuízos ao desempenho, que podem ser entendidas como parte da Engenharia que se ocupa de estudar tais sintomas, mecanismos, causas e origens dos defeitos e inesperados do setor – ou seja, problemas construtivos com potenciais ameaças à integridade estrutural da obra. Ainda, são consequências da ausência da manutenção das estruturas de concreto, fator este de grande potencial de ameaça (SANTOS; FARIAS, 2022). Weimer et al. (2018) agregam ao termo definindo-o como Patologia das Estruturas e definem como a área de estudo que se responsabiliza pela investigação das formas de manifestações, origens, causas e consequências.

A observação das falhas aparentes para que possam ser identificadas constitui-se o início do diagnóstico e o subsídio para sugestões de correções. Posteriormente, passa-se à verificação do processo patológico, que de acordo com Helene (2003), são problemas especificamente da fase de execução, mas sem a necessidade de sua origem ocorrer nesta fase – como por exemplo, fissuras procedentes de um momento fletor em vigas, podendo ser originadas a partir das inadequações de um projeto ou de má qualidade do aço ou, ainda, de manuseio incorreto do concreto.

Identificadas as origens, prossegue-se com a determinação dos agentes causadores dos problemas patológicos que comumente são das seguintes ordens: falhas humanas, causas naturais, ações químicas e biológicas, cargas excessivas, entre outras. Completa-se o

diagnóstico com a consideração de prognósticos das falhas – ou seja, da previsão de potenciais consequências caso os problemas não sejam corrigidos ou se agravem. Para tanto, são analisados o estado limite último e o estado de serviço (HELENE, 2003).

A partir daí, pode-se partir para as atribuições das terapias para cada manifestação patológica, a partir das seguintes ações: reparo – correções de pequenos erros; recuperação – empenho para devolutiva do desempenho original da estrutura; reforço – aumento do desempenho ideal da estrutura (HELENE, 2003).

Da mesma forma, Ripper e Moreira (1998) e Souza e Ripper (2009) registram que em alguns casos, o diagnóstico das patologias é realizado por meio da visualização; contudo, em outros cujos problemas se caracterizam como mais complexos, faz-se necessária uma análise mais completa, envolvendo verificação do projeto, a investigação das cargas às quais as estruturas foram submetidas, a exploração detalhada a execução da obra e, ainda, a forma de reação desta patologia a partir de determinados estímulos. Assim, é possível a identificação das causas dos problemas, para correções e prevenção de manifestações futuras.

Silva, Gonçalves e Corrêa (2022) e Santos e Faria (2022) ressaltam que os diagnósticos devem proceder clara e objetivamente com a identificação da natureza, causa e origem dos problemas patológicos, para que informações mais completas sejam extraídas, não dispensando as provas materiais que possam ser colhidas na obra. Para os autores, a observação (exame visual) deve ser associada às provas, estudos laboratoriais (quando necessários) e anotações realizadas diretamente nos canteiros de obras no decorrer da execução dos projetos. Em alguns casos, as orientações técnicas para possíveis reparos e custos relacionados não devem ser desconsideradas para elaboração de um diagnóstico e análises corretos.

Weimer et al. (2018) ponderam que para as análises das patologias nas estruturas, o engenheiro deve ater-se a cada elemento construtivo, observando a origem da patologia e a sua extensão. Para os diagnósticos, metodologias e técnicas devem ser aplicadas, não sendo dispensada a ação primária da revisão do projeto e o julgamento do cumprimento de suas especificações técnicas e descrições de procedimentos. Posteriormente, é que as avaliações técnicas são realizadas, juntamente com testes das estruturas do objeto de análise para identificação das possíveis falhas.

Nascimento e Fontes (2021) afirmam que a sistematização dos estudos da patologia das estruturas é promotoras de uma classificação preliminar de manifestações patológicas simples e complexas. Para os casos de manifestações simples, as análises e resoluções podem

ser padronizadas, haja vista que tanto o diagnóstico, quanto o tratamento das mesmas não demandam por profissionais obrigatoriamente tão especializados acerca do tema.

Em relação às origens das falhas, segundo Cirino et al. (2020), estas podem ser classificadas a partir de 4 fatores, sendo eles endógenos, exógenos, funcionais e naturais. Em relação às fases das falhas, tem-se que as manifestações patológicas das estruturas ocorrem tanto no momento de projetar, quando durante a execução da obra e até mesmo já durante o momento de utilização da edificação, posteriormente a sua construção.

Ripper e Moreira (1998) e Souza e Ripper (2009) salientam que, pelo fato dos problemas patológicos acarretarem em aumento de custos das obras, o quanto mais rápido forem percebidas as falhas, em qualquer uma de suas fases do projeto, menor será a quantia gasta para a recuperação dos danos. Nascimento e Fontes (2021) acrescentam que, em relação às falhas da etapa do projeto, considerada esta como etapa preliminar, são geralmente mais onerosas e de maiores dificuldades técnicas, além das complexas soluções demandadas. Portanto, quanto mais rápida a solução for encontrada, mais eficiente e mais barata serão as ações reparadoras.

Para esta fase, de acordo com Souza e Ripper (2009), as falhas mais comuns são elencadas em: falta de detalhes; erros de dimensionamento; não consideração do efeito térmico; divergência entre os projetos; sobrecargas não previstas; especificação do concreto deficiente; especificação de cobertura incorreta.

Para Santos e Farias (2022), tais falhas são decorrentes de estudos preliminares descuidados (negligentes) ou deficientes, tendo como resultado o encarecimento das obras como um todo e, posteriormente, muitos transtornos correlatos no momento da utilização.

As falhas da etapa de execução, considerada esta como a fase da construção em si, devem-se, na grande maioria das vezes, aos operadores da obra que nem sempre estão devidamente qualificados ou não são gerenciados e supervisionados como deveriam. Em alguns casos, a distribuição da mão de obra nos canteiros de obra não é suficiente ou é escassa e o tempo de cumprimento da obra é reduzido. Independentemente da categoria profissional envolvida (braçal ou técnica), é uma fase em que a mão de obra deixa a desejar, comprometendo a qualidade final da obra e resultando em inúmeras manifestações patológicas (NASCIMENTO; FONTES, 2021).

Souza e Ripper (2009) elencam as seguintes falhas para esta fase: falta de condições locais de trabalho (cuidados e motivação); não capacitação profissional de mão de obra; inexistência de controle de qualidade de execução; má qualidade de materiais e componentes; irresponsabilidade técnica; sabotagem.

Santos e Farias (2022), considerando a contemporaneidade e competitividade no setor da Construção Civil, afirmam que as falhas na execução são não somente relacionadas à mão de obra, mas também ao processo produtivo. Afirmam que a crise econômica vem impondo o barateamento das obras e exigindo a contenção de gastos com escolhas dos tipos de materiais, da mão de obra empregada, resultando em um processo produtivo não exitoso.

As falhas da etapa de utilização da edificação, chamada então de fase de manutenção, também originam-se de manifestações patológicas estruturais (SOUZA; RIPPER, 2009). A manutenção recomendada é a periódica para que observações rigorosas possam ser constantemente realizadas nas edificações, principalmente nas áreas de maior uso ou naquelas que estejam suscetíveis a prováveis e improváveis desgastes, corroborando para prevenção de problemas patológicos mais agravados, que possam até resultar em ruínas das estruturas (NASCIMENTO; FONTES, 2021).

Candido e Figueiredo (2020) alertam para o fato de que as estruturas devam ser vistas como equipamentos mecânicos que, para que possam apresentar bom desempenho, devam ter programas de manutenção eficientes.

Santos e Farias (2022) recomendam que as estruturas sejam usadas corretamente, respeitando as intenções para as quais foram projetadas, sendo esta recomendação a melhor forma de garantir bons desempenhos, principalmente relacionados aos carregamentos e não utilizando materiais com elementos extremamente agressivos ao concreto armado. Este uso inadequado pode mudar a finalidade da construção, sendo prejudicial à sua durabilidade.

Como reforçam Moraes et al. (2020), os procedimentos para realizar edificações compreendem algumas fases, sendo que em todas as fases existe um potencial desenvolvimento de patologias que podem comprometer o desempenho parcial ou completo da estrutura. Os mesmos autores registram que para a compreensão do que seja a estrutura de concreto armado, é indispensável a exploração do conceito de durabilidade, haja vista a relevância em uma vida útil mais prolongada da estrutura. Portanto, diz-se que a durabilidade esteja associada à capacidade de resistência às influências previstas e definidas em qualquer projeto estrutural e, portanto, evidencia-se a etapa/fase da execução como relevante para as definições de durabilidade das estruturas de uma obra.

Silva, Gonçalves e Corrêa (2022) identificam os processos (ou agentes) que podem potencialmente deteriorar as estruturas do concreto armado, tais como: processos biológicos; processos químicos; processos físicos e processos mecânicos. E asseguram que, em casos onde a deterioração esteja avançada, certamente existe mais de um fenômeno deletério em ação no concreto. Além disso, os autores não desconsideram as alterações ambientais, provenientes das ações do homem, como aceleradores do processo de deterioração.

2.3 Sintomas e manifestações patológicas das estruturas de concreto armado mais comuns na fase de execução

Os sintomas e as manifestações patológicas das estruturas de concreto armado mais comuns na fase de execução são apresentados de forma diversificada na literatura nacional. Enaltecendo as que mais interessam para este trabalho de conclusão, elencam-se como as mais citados: a desagregação do concreto; a corrosão (de armaduras); as fissuras (e suas evoluções) e as segregações (ou bicheiras, ninhos de concreto ou vazios de concreto).

Silva et al. (2021) descrevem a segregação do concreto como um processo de separação física deste em fatias, tendo como consequência a perda da capacidade resistente e dos esforços na região segregada de uma estrutura. Nascimento e Fontes (2021) registram que a redução da resistência mecânica se dá pela perda da coesão do concreto. Os autores elencam alguns fatores associados ao processo, tais como: fissuração, movimentação das formas, corrosão do concreto, ataques biológicos, fenômeno da calcinação (ou seja, na perda de resistência e mudança de cor do concreto, que ocorre quando ele se encontra na presença de fogo e começa a se desintegrar em uma temperatura próxima à 600° C), entre outros.

Santiago (2022) caracteriza a corrosão de armaduras como uma das manifestações que acontece junto à expansão, à fissuração ou à falta de cobrimento e, também, como a perda de aderência entre o aço e o concreto, não deixando de registrar ainda a ocorrência das reduções entre as seções transversais das armaduras. É apontada como uma das mais frequentes e principais manifestações patológicas na estrutura de concreto, preocupante aos engenheiros civis, haja visto o acarretamento de grandes prejuízos e danos aos projetos e às edificações. Portanto, autores salientam a necessidade de impedimentos da ocorrência deste processo ou a emergência em restaurar estruturas atacadas, de forma estudada e programada para que não seja recorrente (NOVAES; POZNYAKOV, 2021; SANTIAGO, 2022).

As fissuras apontam-se como outra frequente manifestação patológica na estrutura de concreto, especialmente de concreto armado, e demandam por atenção dos engenheiros civis (COSTA et al., 2021). Entretanto, as fissuras não têm as mesmas causas e nem tampouco as mesmas origens – o que lhes confere a propriedade afirmativa de que estas também têm suas evoluções e nomenclaturas, que se alteram a partir do padrão de suas aberturas (DIAS; AMARAL, 2021). Portanto, faz-se necessário que os engenheiros realizem análises criteriosas, para que metodologias de recuperação adequadas (MORAIS et al., 2020).

Especificamente em relação às aberturas das fissuras, de acordo com Nascimento e Fontes (2021), o padrão de classificação adotado é o da NBR 6118/2014, trazendo limites para concretos armados a partir das classes de agressividade II e III (0,3 mm) e IV (0,2 mm). Neville (2016) afirma que edificações estruturadas em concreto e concreto armado são potenciais para o surgimento de fissuras, desde as primeiras horas de sua execução, quando dias e depois.

Em relação às causas, Dias e Amaral (2021) registram que a variação da temperatura possa ser uma potencialidade de deformação nas estruturas do concreto – comumente denominada de dilatações térmicas. Moraes et al. (2020) apontam as ações mecânicas ou físico-químicas como causas das fissuras. Nascimento e Fontes (2021) corroboram com a afirmativa de que a causa das fissuras são variadas, sendo este diagnóstico um desafio para os engenheiros civis, haja vista seu grau de dificuldade.

De acordo com Dias e Amaral (2021), é importante que diagnósticos e origem das causas das fissuras sejam realizados o mais rápido possível, para que soluções possam ser propostas. Desta forma, segundo os autores, a configuração das fissuras, acompanhadas do conhecimento de sua abertura, posicionamento e trajetória podem auxiliar no diagnóstico.

As segregações – também conhecidas na literatura da Engenharia Civil como bicheiras, ninhos de concreto ou vazios de concreto – ocorrem pela dificuldade de penetração do concreto na malha armada (ou malha de armadura) no momento de seu lançamento e adensamento – e, portanto, vem gerar os vazios dentro dos elementos estruturais (NAKAMURA, 2021). Assim, diz-se que ocorre uma separação física dos componentes do concreto pela sua má distribuição dentro das formas e entre as armaduras. Este sintoma promove impactos na resistência do concreto, pois afeta a sua durabilidade e, a partir do grau que este nicho se dá, tem-se a peça totalmente comprometida e a estrutura e edificação em risco (NOVAES; POZNYAKOV, 2021).

Segundo Santos e Farias (2022), esta falha promove aumento da concentração de agregados em determinado local e mais pasta em outro. A origem pode associar-se: ao processo de lançamento (acima da altura máxima de 2 metros); ao uso de adensamento e à qualidade do material utilizado (baixo fator de água ou cimento); à ausência de vibração do concreto e; às ferragens densas; à separação do agregado graúdo e argamassa.

A literatura é consensual ao afirmar que os ninhos de concreto podem ser responsáveis pelo comprometimento de uma estrutura de concreto armado, provocando quedas drásticas de resistência e enxergam em aplicações de graute (concreto ou argamassa de alta resistência usados para preencher espaços vazios) para refazer a peça, quando os ninhos são grandes demais (NAKAMURA, 2021; SANTOS; FARIAS, 2022; NOVAES; POZNYAKOV, 2021).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa realizada caracteriza-se como um estudo de caso único, considerando seu objetivo de identificar as manifestações e sintomas patológicos em estruturas de concreto armado no processo construtivo (fase de execução) de um condomínio fechado em Belo Horizonte-MG. Marconi e Lakatos (2017) caracterizam o estudo de caso como uma modalidade de pesquisa que permite um conhecimento amplo e detalhado acerca de um determinado assunto, contribuindo com a teoria existente (na Engenharia Civil) e auxiliando no setor produtivo específico estudado (Construção Civil) a partir da regularização de procedimentos (execução de estruturas de concreto armado livres de patologias).

O estudo de caso único desenvolveu-se durante o período de execução da obra, de março de 2021 a julho de 2022, mediante visitação frequente à obra e observação das suas estruturas de concreto armado. A análise dos dados coletados sob a forma descritiva, contando com uma análise interpretativa – proveniente da observação participante associada à construção do diário de campo – e com uma discussão com a literatura revisada e a teórica revisitada. Organizou-se a partir do: (1) destaque às suas descrições; (2) da identificação das possíveis causas (profissionais e materiais envolvidos); (3) da afirmação das prováveis consequências e; (4) do apontamento das oportunas soluções ou formas de tratamento. Além disso, promoveu-se uma discussão sobre a influência da qualidade da mão de obra nas manifestações e sintomas patológicos identificadas em estruturas de concreto armado do caso em estudo.

O caso em estudo é a construção de um bloco em um condomínio fechado de Belo Horizonte-MG, composto por 13 blocos, totalizando 312 apartamentos e garagem total de 4 pavimentos. A tipologia construtiva dos blocos de moradia foi a parede de concreto armado.

O concreto utilizado nas fundações foi o concreto de 25 Mega Pascal (Mpa), brita 1 e slump de 12+-2. O utilizado nos blocos de coroamento, cintamento e lajões foi o concreto de 30 Mpa, brita 1 e slump 12+-2. O concreto utilizado na forma (paredes e laje) foi o autoadensável de 20 Mpa, brita 0 e flow 70+-5, com ganho de no mínimo 3Mpa em 12h.

Todas as concretagens foram realizadas com o auxílio de bombas: tanto estacionárias como lanças; em alguns casos somente com o auxílio dos mangotes flexíveis e; em outros, com auxílio tanto dos mangotes flexíveis como dos mangotes rígidos (tubulação de aço).

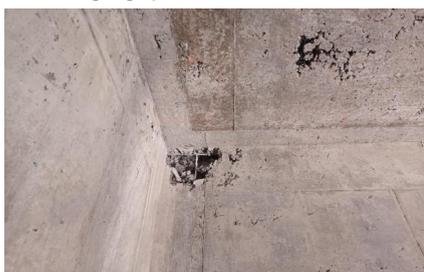
Embora a mão de obra empregada fosse em número suficiente, registrou-se grande dificuldade em relação à sua qualificação necessária e específica para o trabalho com o concreto, considerando suas especificações técnicas – o que veio corroborar para a ocorrência de algumas patologias em estruturas de concreto armado, na fase de execução do projeto.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 Manifestações e sintomas patológicos identificadas em estruturas de concreto armado

A segregação no concreto foi encontrada visivelmente em diversos locais, sendo comum o aparecimento em quase a totalidade das desformas (Figura 1). Em muitos casos, o seu aparecimento foi expressivo e marcante, não dispensando procedimentos e a adoção de tratamentos específicos (Figuras 2). Como bem salienta Nakamura (2021), o diagnóstico de ninhos em pilares, vigas ou paredes é facilmente realizado por análise visual, após as formas serem retiradas.

Figura 1 – Segregação do concreto armado na obra



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 2 – Segregação do concreto armado na obra



Fonte: Dados da pesquisa

O lançamento do concreto de forma inadequada foi observado em alguns locais específicos, pois não se realizou com mangotes a 45 graus, como é recomendado, considerando que o concreto escoou pela forma, sendo realizados com os mesmos na vertical. Portanto, a pressão ocasionada pela impulsão do concreto, bem como a altura de queda na forma contribuíram para que seus agregados segregassem na mistura.

A altura para lançamento do concreto é uma etapa importante a ser observada, no qual os princípios recomendados devem ser observados para desenvolvimento da atividade em conformidade com o recomendado. Para tanto, o adequado controle do concreto associado à boa prática no lançamento e adensamento são pontos relevantes para prevenção de bicheira no concreto armado. A garantia da homogeneidade da peça estrutural é essencial para a garantia da dosagem, do lançamento e do adensamento correto.

A falta de adensamento (ou de vibração) também foi observada. Como a obra utilizava-se do concreto adensável, não foram utilizados vibradores para os momentos de concretagem das formas. Portanto, em alguns locais, as manifestações patológicas surgidas poder-se-iam ser evitadas com o uso do vibrador. As bicheiras são habitualmente causadas pela ocorrência de erros nos processos de concretagem, principalmente ocorridos nas etapas de lançamento ou adensamento. A vibração auxilia na trabalhabilidade do concreto, para que possa preencher todos os espaços da peça, impedindo o surgimento dos vazios. E, ainda, a vibração deve ocorrer na medida certa, nem de mais, nem de menos, pois todo o excesso vai ser promotor de vazios na concretagem.

O uso de concreto não adequado para o projeto das formas e armações foi outra causa observada. Em algumas concretagens realizadas, a explicação do engenheiro responsável pela obra foi a não conformidade do concreto lançado, ocorrendo supostamente: (1) porque a concreteira não tenha utilizado proporcionalmente ou qualitativamente os agregados ou aditivos, produzindo um concreto com mais probabilidade para segregar e endurecer precocemente – haja vista a observação de que, em algumas concretagens, houve perda de fluidez do concreto antes do tempo previsto e presença de agregados maiores do que se esperava; (2) porque houve demora no procedimento da concretagem, pois em algumas situações houveram problemas atrasando a execução da concretagem, reduzindo a fluidez do concreto que, apesar de estar dentro da conformidade dos padrões, já não apresentava facilidade em relação ao preenchimento de todos os locais da forma. Em relação às consequências dos vazios da concretagem das estruturas de concreto armado, a partir da observação da obra, puderam ser elencadas: a estética da estrutura – que demanda pelo uso de materiais para revestimento; comprometimento da capacidade de suporte e da durabilidade da estrutura; segregação completa do concreto e exposição das armaduras – resultando em corrosão, colapsando a estrutura.

Para os reparos com profundidade de até 3 centímetros, a utilização da argamassa polimérica estrutural foi realizada, sendo que para os reparos com profundidades excedentes a este limite, o graute cimentício de alta resistência foi o procedimento adotado. Estas ações acordam com a literatura contemporânea, vindo de encontro com as ponderações de Novaes e Poznyakov (2021), recomendando para as bicheiras pequenas o uso de adesivos associado ao concreto ou graute. Além disso, em localidades em que as armações tornaram-se expostas pelos vazios do concreto, antes do reparo, procedeu-se com o uso da solução para limpeza e retirada de impurezas e pontos de oxidação, para promoção da melhor aderência do material empregado no reparo. Nakamura (2021) recomenda a limpeza correta para promoção da aderência adequada do remendo ao concreto original.

Outra manifestação ou sintoma patológico notado no caso em estudo foi o não êxito da resistências (Figuras 3 e 4) esperada do concreto, a partir da observação de alguns elementos estruturais que apresentaram rompimentos dos corpos (recolhidos dos caminhões de concreto) – o que foi permissivo à interpretação de que a resistência utilizado para calcular o comportamento da estrutura pelos engenheiros civil calculistas da obra não foi respeitada.

Figura 3 – Extração de corpos de prova para verificação da resistência esperada



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 4 – Extração de corpos de prova para verificação da resistência esperada



Fonte: Dados da pesquisa

De forma generalizada, de acordo com o engenheiro responsável, o concreto das estruturas da obra em estudo não atingiu a resistência esperada, haja visto os erros na dosagem dos materiais (onde o problema mais comum é o excesso de água empregada na mistura) e pelo uso de materiais sem a devida qualidade. Conseqüentemente, o fato do concreto não ter alcançado a resistência esperada promoveu perda do comportamento planejado para a estrutura – o que acarreta em aumento de fissuras e trincas. Andrade e Tutikian (2011) afirmam que, quando a intenção é manter a resistência, além dos aditivos químicos é primordial que dosagens corretas de materiais sejam promovidas e, portanto,

precisam ser calculados cuidadosamente e, ainda, cumpridas as especificações a partir do cálculo em momentos de execução da massa.

Em uma observação pertinente, notou-se que muitas estacas foram as peças mais afetadas e, para a confirmação da não resistência atingida, prosseguiu-se com a extração de corpos de provas diretamente do elemento, prosseguindo para todas as peças cujo rompimento dos corpos de provas retirados dos caminhões não atingiram a resistência esperada. Confirmada a resistência insatisfatória, foi realizada uma análise do elemento estrutural, para entender se o mesmo suportaria as cargas a eles impostas, mesmo com menor resistência, ou se seria necessário reforço. Em alguns elementos foi constatado que o mesmo suportaria as cargas mesmo com a diminuição na resistência; já em outros, foi constatado que deveriam ser reforçados. Como se tratava de estacas realizadas por trado, o reforço não seria possível de ser realizado no próprio elemento, sendo necessário criar estacas adicionais, para distribuir os esforços, o que impactou diretamente no tamanho do bloco de coroamento. Silva, Gonçalves e Corrêa (2022) garantem que reparos ou reforços são especificados para casos em para a deterioração dos materiais constituintes dos elementos da fundação – como é o caso da ocorrência de agressão ou corrosão ao concreto que constitui as estacas.

As fissuras verticais próximas ao encontro de paredes e de fissuras horizontais e inclinadas (Figura 6) em outras paredes foram identificadas como outra manifestação patológica comum na obra do caso em estudo. Algumas fissuras horizontais e inclinadas foram visíveis imediatamente após a concretagem; outras, apareceram no decorrer do tempo, espaçados os dias da execução da concretagem. Já as fissuras verticais próximas aos encontros de paredes foram, em sua totalidade, observadas poucos dias após a concretagem.

Figura 6 – Fissura inclinada



Fonte: Dados da pesquisa

Em relação às causas do aparecimento de tais fissuras, durante o período de observação na execução da obra, constatou-se a ocorrência a partir de dois fatores. Primeiro, nas verticais devido ao mal posicionamento das armaduras L dos encontros de paredes, o que gerou uma tensão maior que a esperada na área (Figura 7). Segundo, nas verticais devido às juntas de concretagem, que foram causadas pela utilização do concreto com aditivo de ganho de resistência rápido, o que faz com que o concreto tenha uma cura extremamente rápida, fazendo com que simples atrasos na troca de caminhões na bomba tenha gerado algo parecido com uma junta a frio. Moraes et al. (2020) afirmam que a falta de curso do concreto seja uma causa comum a muitas manifestações patológicas do concreto armado.

Figura 7 – Armadura L (com corrosão)



Fonte: Dados da pesquisa

Além disso, tem-se a questão do risco e da ameaça em si para a edificação, pois as fissuras são capazes de tornar as estruturas mais suscetíveis a outras patologias – como é o caso da corrosão das armaduras que, mesmo em estágio inicial, já pode ser percebida visualmente. Segundo Santiago (2022), a corrosão da armadura é uma manifestação patológica nas estruturas do concreto armado potenciais em danos e prejuízos e, portanto, entender e compreender como o processo ocorre é crucial para que propostas de restaurações dos elementos estruturais possam acontecer mais assertivamente. Moraes et al. (2020) e Dias e Amaral (2021) asseguram que, embora algumas fissuras estejam em conformidade com algumas normas técnicas, todas as aberturas precisam ser tratadas para que agentes agressivos não comprometam passivamente a armadura.

Para o tratamento das fissuras identificadas nas estruturas de concreto armado na obra em estudo, foi sugerido o processo de preenchimento por meio de injeções de resina epóxi e aplicação de seladores elastoméricos na região das fissuras, para impedimento da infiltrações e prevenção de reaparecimento de novas outras fissuras ou recidivas nas mesmas. Utilizou-se, então, telas de vidro fixadas devidamente com argamassa polimérica, gerando maior resistência na superfície e ressurgimento de trincas no acabamento ou pintura final. Tais medidas terapêuticas adotadas convergem com os ensinamentos de Morais et al. (2020), e justificam pela recorrência e frequência desta patologia em obras de concreto armado, que mesmo que pareçam familiares aos engenheiros e construtores, não podem ser negligenciadas ou tenham tratamentos e soluções proteladas.

A partir da menção do engenheiro civil responsável pela obra, em relação às consequências da ocorrência de patologias na execução do projeto, faz-se possível estruturação da Tabela 1 para compreensão de seus impactos. Contudo, registra-se que somente dados percentuais representativos de um bloco foram fornecidos pelo responsável, não estando o mesmo autorizado a mostrar valores/números relacionados ao projeto de todos os blocos – como acordado mediante o aceite e autorização para o relato do caso. Portanto, alguns valores na referida tabela são somente de um bloco, a título de exemplificar a variação a partir dos dados percentuais impactantes fornecidos (estes sim, reais), não representando a totalidade dos blocos.

	De acordo com o Projeto	A partir das patologias identificadas e retrabalho necessário	Impactos no projeto
Tempo previsto para a fase de execução da obra	720 dias	180 dias	25%
Material necessário para trabalho na fase de execução	R\$2.000.000,00	R\$ 500.000,00	25%
Mão de obra envolvida para retrabalho	R\$1.200,000,00	R\$ 250.000,00	20.8%

Em relação ao uso de materiais adicional podemos colocar como a maior parte dos gastos em argamassa polimérica, graute cimentício, material de limpeza de ferragens e vibradores de concreto.

Este acréscimo dos custos é percebidos não somente com necessidade de investimentos em materiais, mas também em (novamente) na mão de obra (não qualificada). Ou seja, o custo fica também no retrabalho de algo que poderia ter sido realizado com mais assertividade e êxito desde a primeira vez, com cumprimentos de especificações e normas. O fator mais agravante e incerto, é que passa-se a questionar se o retrabalho será realizado como deveria ser.

4.2 A influência da qualidade da mão de obra nas manifestações e sintomas patológicos identificadas em estruturas de concreto armado

A segregação no concreto foi evidenciada em grande quantidade na obra em estudo, de forma expressiva e marcante e, dentre todas as suas causas – lançamento de forma inadequada do concreto; escoamento exagerado na nata de cimento (incluindo montagens realizadas de forma incorretas ou as superfícies sem estanques adequadas); uso inadequado do concreto (uso desproporcional ou com falta de qualidade dos agregados ou aditivos, promovendo perda de fluidez do concreto antes do tempo previsto) e demora no procedimento da concretagem (reduzindo a fluidez do concreto).

A não conformidade da resistência esperada do concreto foi outra manifestação patológica comum encontrada no caso em estudo (sendo afetada as estacas), sendo oriunda da falta de respeito aos cálculos realizados para o comportamento da estrutura pelos engenheiros civil calculistas da obra. Erros na dosagem dos materiais e o uso de materiais sem a devida qualidade, comprometeram o alcance da resistência esperada. E, para suportar as cargas, demandou-se reforços nas peças.

Sendo assim as evidências levam a ideia que a primeira causa, sendo elas: não capacitação da mão de obra; ausência de controles de qualidade de execução (má execução); baixa qualidade de materiais empregados, falta de responsabilidade (ou cumprimento de) técnicas; desrespeito às etapas da execução; uso inapropriado da estrutura; erros de interpretação de projetos.

Em cada uma das patologias identificadas e analisadas, é que as suas causas estão sempre relacionadas à mão de obra envolvida, no geral. E, especificamente, se consideradas isoladamente, percebe-se que todo o contexto da mão de obra no caso estudado é convergente com o apontamento destes autores citados anteriormente. Não deveria, mas ainda nos dias de hoje é um fato – a mão de obra, mesmo com os avanços tecnológicos e materiais inovadores, é critério decisivo do sucesso (ou não) de um projeto e de uma obra exitosa e adequada para ser ofertada aos seus usuários.

Os processos construtivos a partir de estruturas de concreto armado demandam pelo cumprimento das normas e dos procedimentos especificados nos projetos, sendo este um critério para que a função da edificação possa ser desempenhada com qualidade e segurança estrutural. Quando este critério é infringido tanto pelos projetistas (engenheiros civis) e executores da obra, o aparecimento das manifestações patológicas é uma consequência e a usabilidade da edificação fica ameaçada.

Oliveira e Nunes (2017), Candido e Figueiredo (2020) e Cirino et al. (2020) asseguram que, embora o setor da Construção Civil apresenta-se em constante transformação e evolução tecnológica, permitindo a melhoria do processo construtivo, contando com materiais inovadores e apurando a melhoria estética de qualquer obra projetada, o grande desafio ainda concentra-se nos profissionais que executam os projetos de concreto armado, que não respeitam padronizações e especificações relacionadas à promoção da segurança e da qualidade. As obras que apresentam manifestações patológicas do concreto armado, geralmente, tem seu custo final acrescido em 15-20% do projetado, devido às propostas de tratamento, reparos, restaurações ou retrabalho na obra.

As observações e constatações realizadas na obra do caso em estudo são convergentes com os apontamentos dos autores, pois muitas manifestações patológicas já eram percebidas imediatamente à execução da concretagem de muitos elementos, demandando reparos e tratamentos. Este acréscimo dos custos é percebido não somente com necessidade de investimentos em materiais, mas também em (novamente) na mão de obra (não qualificada). Ou seja, o custo fica também no retrabalho de algo que poderia ter sido realizado com mais assertividade e êxito desde a primeira vez, com cumprimentos de especificações e normas. O fator mais agravante e incerto, é que passa-se a questionar se o retrabalho será realizado como deveria ser.

Outra questão é a necessidade da interpretação mais correta sobre a patologia, de como interpretar os sintomas observados e visualizados para a proposição de um tratamento realmente adequado para a causa em si. Este todo envolve observação das evoluções, do momento certo e da demanda, para que realmente os problemas existentes sejam sanados – não apenas adiados ou postergados para o futuro próximo e que realmente minimizem os impactos na vida útil da edificação. Além disso, tem-se a questão da evidência da falta de supervisão dos engenheiros da obra para verificação, no momento de execução, de que todas as etapas estariam sendo realizadas conforme suas especificações projetuais. Ou seja, existe uma corresponsabilidade dos engenheiros para as manifestações patológicas observadas durante o período de estudo da obra.

Desta forma, atribui-se como consequências das manifestações patológicas, tanto a desqualificação da mão de obra executora da construção, quando dos projetistas (engenheiros) que dever-se-iam cuidar da supervisão e da garantia do cumprimento de seus projetos e especificações.

Outro fator constatado, segundo o engenheiro responsável, foi a utilização de materiais que não ofertam tanta qualidade esperada, comprometendo o resultado final. Entende-se que o custo empregado com um material de mais qualidade seria único e que o investimento realizado com o material para o retrabalho (se somado ao do material inicial), acaba encarecendo mais. É uma economia cega e não funcional. Silva, Gonçalves e Corrêa (2022) afirmam que a escolha do material certo para o trabalho da concretagem armada é essencial para prevenção de patologias e na condição de que seja, ainda, utilizado por uma mão de obra qualificada, para que toda a sua tecnologia e inovação possam ser realmente aproveitadas enquanto subsídio de qualidade e satisfação para o resultado final almejado. Além disso, o emprego da junção da mão de obra qualificada e de materiais inovadores (usados adequadamente) reduzem despesas futuras, pois o processo de manutenção da edificação torna-se menos oneroso e minimizado, pois a tendência da duração de vida útil das estruturas passa a ser ampliado.

5 CONCLUSÃO

Por meio do estudo de caso, identificou-se que as manifestações e sintomas patológicos em estruturas de concreto armado no processo construtivo (fase de execução) de um condomínio fechado em Belo Horizonte-MG foram segregação, resistência e fissuras.

Observou-se que os problemas surgidos nas estruturas poderiam ser evitados tanto pelo cuidado maior com as especificações do projeto, quanto durante o processo de execução e supervisão do mesmo, com vistas à garantia do êxito no trabalho. Percebeu-se que a identificação das consequências e causas é emergencial para que a correta recuperação das estruturas danificadas seja proposta eficientemente. E, especialmente, percebeu-se que dentre as causas, a qualidade da mão de obra envolvida e a qualidade dos materiais utilizados são pontos a serem notados.

Verificou-se que a mão de obra envolvida na execução do projeto demonstrou-se nem tanto especializada, pois a partir das causas e origens patológicas identificadas, observou-se a falta de qualificação tanto na supervisão quanto no cumprimento das especificações do projeto, principalmente em não cumprir com a qualidade do material a ser utilizado. Este resultado descortinou a conjuntura Engenharia Civil, impondo-lhe a necessidade de formar profissionais que, além do conhecimento de técnicas e domínio tecnológico na área, desenvolvam competências, habilidades e consciência crítica em relação à sua atuação na obra.

Pode-se concluir que a Engenharia Civil deve ater-se à qualidade das etapas das edificações na Construção Civil, visando a garantia de projetos mais assertivos, da aplicação das melhores técnicas, da execução precisa e supervisionada, do uso de materiais confiáveis, e do investimento em mão de obra qualificada. Com o todo, permite-se uma redução significativa do surgimento de manifestações e sintomas patológicos do concreto armado e, conseqüentemente, garante-se um nível de estrutura de qualidade, dotado de segurança e obtenção do desempenho esperado ao longo de sua vida útil.

PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS AND SYMPTOMS IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

This work describes about the Structural Pathologies in Construction Engineering. The objective is to identify the manifestations and pathological symptoms in reinforced concrete structures in the construction process (execution phase) of a closed condominium in Belo Horizonte-MG, highlighting the causes, consequences, solutions or necessary treatments and verifying the influence of hand quality of work employed. The single case study was adopted as methodology, supported by the review of the bibliography and updated literature. The collection of collected data relied on participant observation, and the results were interpreted and described. It was identified that the most common manifestations and pathological symptoms in reinforced concrete structures in the case under study were: segregation, resistance and cracks. It was noticed that the causes of the pathologies identified and analyzed were related to the (lack of quality of) labor involved in the execution and supervision of concreting. Thus, as consequences of pathological manifestations, both the disqualification of the workforce executing the construction, and the designers (engineers) who should take care of the supervision and guarantee of compliance with their projects and specifications were attributed. It was concluded that Civil Engineering must stick to the quality of the stages of buildings in Civil Construction, aiming at more assertive projects, the application of the best techniques, precise and supervised execution, the use of reliable materials, and investment in skilled labor. Qualified workmanship to guarantee the safety and quality of the building and to obtain the expected performance throughout its useful life.

Keywords: Civil Construction. Structures. Reinforced Concrete. Pathologies. Labor.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, J. J. O.; TUTIKIAN. B. F. **Resistência Mecânica do Concreto**. São Paulo: IBRACON, 2011.

BERTI, J. V. M; et al. Estudo da origem, sintomas e incidências de manifestações patológicas do concreto. **Revista Científica ANAP Brasil**, v.12, n.26, 2019.

BUFON, N. ANSCHAU, C. T. O perfil da mão de obra na construção civil de Chapecó/SC. **Revista Tecnológica**, v.4, n.1, p. 194-210, 2016.

CANDIDO, L. C.; FIGUEIREDO, K. V. Análise do Impacto das Patologias na Vida Útil das Estruturas de Concreto Armado. **Boletim do Gerenciamento**, v.12, n.12, p.59-66, mar. 2020.

CIRINO, M.; et al. Avaliação das manifestações patológicas das edificações do departamento de engenharia de alimentos da Universidade Federal do Ceará. **Research, Society and Development**, v.9, n.7, 2020.

DIAS, A. P; AMARAL, I. A. Patologias das construções: trincas, fissuras e rachaduras. **Revista Pesquisa e Ação**, v.7, n.1, p.65-80, 2021.

HELENE, P. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 2003.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica**. 8 ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MARTINS, J. F. A.; FIORITI, C. F. Investigação de manifestações patológicas em sistemas estruturais de concreto armado: Estudo de caso em edificação pública. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, v.3, n.4, p.1-13, 2016.

MORAIS, J. M. P.; SILVA, A. M.; BARBOZA, E. N.; SILVA, E. M.; OLIVEIRA, B. B. de. Analysis of pathological manifestations in reinforced concrete structures: a review. **Research, Society and Development**, v.9, n.7, 2020.

NAKAMURA, J. Vazios de concretagem põem em risco desempenho de estruturas de concreto armado. **Revista AECWeb**, 4 ago. 2021. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/vazios-de-concretagem-poem-em-risco-desempenho-de-estruturas-de-concreto-armado/14605>>. Acesso em: 3 abr. 2023.

NASCIMENTO, E. R. S.; FONTES, M. D. F. Patologias nas estruturas de concreto armado. **Revista FATEC de Tecnologia e Ciências**, v. 6. n. 1, p.1-28, 2021.

NEVILLE, A. M. **Propriedade do concreto**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.

NOVAES, I. M. M.; POZNYAKOV, K. Patologias em Estruturas de Concreto Armado. **Revista Boletim do Gerenciamento**, v.12, n. 22, p. 67-78, 2021.

OLIVEIRA, M. L.; NUNES, M. A Necessidade da Qualificação na Mão de Obra na Construção Civil. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 3, n. 2, p. 566-579, jun. 2017.

RIPPER, T.; MOREIRA, S. V. C. **patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998.

SANTIAGO, G. Patologia nas estruturas em concreto armado: principais causas da corrosão do aço estrutural e seus efeitos à estabilidade de uma estrutura de concreto armado. **Revista Obras Civis**, v.10, n.1, 2022.

SANTOS, C. C. R.; FARIAS, B. M. Patologia de Estruturas de Concreto Armado: Estudo de Caso Viaduto Engenheiro Freyssinet (Elevado Paulo de Frontin) no Rio de Janeiro/RJ. **Epitaya**, v.1, n.2, p. 264-306, 2022.

SILVA, A. F. P.; BARROS, H. E. B.; FERREIRA, D. S.; NASCIMENTO, L. G.; LIMA, F. É. G.; BEZERRA, L. O. Patologias em estruturas de concreto armado: estudo de caso. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n.1, p. 363-374, 2021.

SILVA, W. H. S.; GONÇALVES, N. M. A.; CORRÊA, L. S. Patologias em estrutura de concreto armado em edifício no Distrito Federal. **Anais...** Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia/CONTECC, 4-6 out. 2022.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 2009.

WEIMER, B.F; et al. **Patologias das estruturas**. Porto Alegre: SAGAH, 2018.