

MANIFESTAÇÕES PATÓLOGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL E RECUPERAÇÃO DE EMPREENDIMENTO DE ALVENARIA PRÉ-MOLDADA: UM ESTUDO DE CASO DE UM EMPREENDIMENTO LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE ESMERALDAS, MINAS GERAIS

PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN CIVIL CONSTRUCTION AND RECOVERY OF PRE-MOLDED BUILDING: A CASE STUDY OF NA ENTREPRENEUR LOCATED IN MUNICIPALITY OF ESMERALDAS, MINAS GERAIS

Maria Tereza M. Jardim (FEAMIG) <mariaterezamj@gmail.com>
Leticia Muniz de Assis (FEAMIG) <leticiaspc25@hotmail.com>
Rangel P. S. Fernandes (FEAMIG) <rangel_topografia@hotmail.com>
Jouber Paulo Ferreira (FEAMIG) <jouber.ferreira@feamig.br>
Sheila Leal Oliveira (FEAMIG) <sheilla.leal@gmail.com>

RESUMO

A construção de um empreendimento possui várias etapas, que consistem na análise bioclimática e no estudo do terreno para a elaboração de um projeto arquitetônico eficaz. Conhecer o sistema executivo e os materiais empregados na edificação trata-se de fator decisivo para a ocorrência ou não das manifestações patológicas. A presente pesquisa visa identificar e descrever as principais manifestações patológicas encontradas em estudo, como fissuras, eflorescências, carbonatação, deterioração da estrutura de concreto armado e corrosão da armadura, tendo como objetivo analisar possíveis medidas de profilaxia que poderiam impedir ou minimizar as manifestações patológicas. Como método para tanto, foi empregada uma pesquisa de caráter qualitativo, descritivo, com um estudo de caso envolvendo a avaliação de um empreendimento em painéis pré-moldados mistos. Como resultados, foram detectadas as principais manifestações patológicas existentes nesse processo construtivo, como as eflorescências, fissuras ortogonais que ocorreram na junção das lajes, bem como as formas de tratamento e reparo destas patologias, uma vez que a falta de tratamento afetará a estrutura como um todo, reduzindo a vida útil do projeto, afetando a sua durabilidade e os parâmetros de segurança da construção.

Palavras-chave: Engenharia Civil. Manifestação Patológica. Solução. Empreendimento. Materiais. Método de Construção.

ABSTRACT

The construction of an enterprise has several stages, which consists of the bioclimatic analysis and the study of the terrain for the elaboration of an effective architectural project. The method of construction, the materials used and the correct amount applied in the building, are decisive factors for the occurrence or not of the pathological manifestations. The present research aims at identifying and describing the main and most common pathological manifestations found in the projects, such as fissures, efflorescences, carbonation, deterioration of the reinforced concrete structure and corrosion of the reinforcement, as well as some methods for the prevention and solution of possible anomalies minimize or eliminate pathological manifestations. As a method for this, a qualitative, descriptive research was employed, with a case study involving the evaluation of a precast structural masonry project. As a result, the main pathologies in this type of construction were detected, such as efflorescence, horizontal and vertical cracks in slabs and joints, as well as main forms of intervention and repair in these pathologies were also demonstrated, with greater efficiency and interferences in the project.

Keywords: Civil Engineering. Pathological Manifestation. Solution. Development. Materials. Construction Method.

Correspondência/Contato

FEAMIG

Rua Gastão Braulio dos Santos, 837
CEP 30510-120
Fone (31) 3372-3703
parametrica@feamig.br
<http://www.feamig.br/revista>

Editores responsáveis

Wilson José Vieira da Costa
wilsoncosta@feamig.br

Raquel Ferreira de Souza
raquel.ferreira@feamig.br

1 INTRODUÇÃO

A palavra patologia deriva do grego e significa o estudo das causas e reações provocadas por doenças, consiste em analisar os sintomas e sua origem, propondo métodos de tratamento para minimizar ou eliminar as anomalias encontradas.

As manifestações patológicas na construção civil têm sido observadas e reportadas com bastante frequência, podendo ser geradas pela variação de temperatura, reações químicas, erosão, vibração, corrosão das estruturas, na execução e pelos materiais empregados.

As ocorrências mais comuns são: fissuras, umidade, carbonatação, trincas, infiltrações, deslocamento de reboco e pisos, além da deterioração da estrutura de concreto armado e da corrosão da armadura.

Para cada patologia detectada, existe causa específica e método de redução ou eliminação do problema. Este trabalho tem como objetivo analisar as principais causas de formações patológicas decorrentes do método executivo adotado, determinar as origens e propor ações corretivas a serem implantadas para restabelecer as condições adequadas.

As patologias podem prejudicar a vida útil da edificação ou até mesmo impossibilitar sua utilização, por isso, deve-se fazer um estudo com o intuito de identificar as principais profilaxias e determinar o melhor método de tratamento ou solução das causas levantadas.

1.1 Contexto, objetivo e justificativa

As manifestações patológicas podem provocar impactos estruturais, estéticos e na comercialização do empreendimento, identificar os mecanismos responsáveis por essas anomalias é imprescindível para determinar a melhor técnica de reparo e o controlar para que não ocorram novamente.

O sistema de terceirização da execução do serviço pode gerar falhas em toda fase construtiva, principalmente na consolidação das placas até a entrega da obra, causando avarias estruturais, comprometendo a segurança, conforto e estética do local.

A pesquisa visa analisar as principais causas de formações patológicas decorrentes do método executivo adotado, determinar as origens e propor ações corretivas a serem implantadas para restabelecer as condições adequadas.

O estudo de caso desenvolvido visa proporcionar à comunidade acadêmica de Engenharia Civil material para identificar os problemas mais frequentes das manifestações patológicas, suas possíveis soluções, assim aguçando o senso crítico e conhecimento. A

comunidade poderá utilizar dos dados levantados e soluções apresentadas no tratamento patológico para adequações dos projetos executados dentro deste sistema construtivo.

A correta avaliação das manifestações patológicas e determinação das causas são fundamentais para o sucesso das medidas de recuperação e proteção das estruturas e, conseqüentemente, aumentará a vida útil do empreendimento. A regularização tornará o empreendimento qualificado para venda e valorização da região.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A indústria da construção civil no Brasil

Para Foragi (2012), o primeiro grande crescimento na construção civil brasileira aconteceu em 1940, durante o governo de Getúlio Vargas, com o forte investimento estatal que contribuiu para que esta década fosse reconhecida como o auge do desenvolvimento estrutural e militar do país.

A indústria da construção civil é um dos setores mais importantes para a economia do país, pois é responsável pelo desenvolvimento e crescimento do mesmo. Nos últimos 10 anos, a mesma passou por um processo significativo de expansão do Brasil e superou o PIB geral do país (ALENCAR, 2014).

Em 2009, foi criado pelo Governo Federal o Programa Minha Casa Minha Vida, com o objetivo de tornar a moradia acessível e diminuir o déficit habitacional do país, contando com o apoio de cooperativas habitacionais, associações e demais entidades privadas sem fins lucrativos, programa este que impulsionou o desenvolvimento do país e avanço tecnológico, industrializando o processo construtivo e criando novos parâmetros para padronização (FORAGI, 2012).

Com o olhar sistêmico desenvolvido na indústria da construção civil e com a intenção de se racionalizar os processos construtivos, pode-se destacar as estruturas pré-moldadas que demandam menor tempo em sua execução, pouca geração de resíduos ambientais, facilidade de gerenciamento de custos e melhor desempenho estrutural, devido à presença de ligações entre os elementos, proporcionando a distribuição dos esforços e cargas (DA SILVA, 2013).

A norma NBR 9062:1985 define que pré-moldado é o elemento que é executado fora do local definitivo de utilização, produzido em condições menos rigorosas de controle de qualidade, sem a necessidade de pessoa, laboratório e instalações congêneres próprias. Já o pré-fabricado é o elemento produzido fora do local definitivo da estrutura, em usina ou

instalações análogas que disponham de pessoal e instalações laboratoriais permanentes para o controle de qualidade.

O sistema construtivo em painéis pré-moldados mistos é destinado à construção de casas térreas ou sobrados, isolados ou geminados, casas sobrepostas e edifícios habitacionais de dois pavimentos (térreo e superior). Os painéis de pré-moldados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos são estruturais e se conformam às paredes da edificação, sendo que, a sua produção pode ser realizada em fábrica ou em unidade fabril montada no canteiro de obras (DA SILVA, 2013).

Para Côrrea (2009), apesar de toda tecnologia que surgiu com a evolução da construção civil, ainda nos deparamos com muitos empreendimentos com problemas decorrentes do aparecimento de manifestações patológicas, as quais necessitaram de reparos para prolongamento de sua vida útil e a preservação do bom desempenho da estrutura.

2.2 As Manifestações Patológicas

As manifestações patológicas são as anomalias que ocorrem em uma edificação, podendo aparecer em qualquer etapa da obra e devendo ser tratadas brevemente para não se agravar e causarem maiores danos à construção. As principais manifestações patológicas em estruturas mistas são as fissuras, que podem ser classificadas em ativas ou passivas e as rupturas dos diversos tipos de construção, geralmente são ocasionadas por tensões excessivas, deformações da estrutura, ação do vento, choque ou vibrações (DO CARMO, 2003).

Segundo Côrrea (2009), existem outros tipos de manifestações patológicas nas alvenarias estruturais mistas que podem ser de vedação ou de estrutura. A eflorescência decorre de depósitos salinos e metais alcalinos na superfície da alvenaria, caracterizada pelo aparecimento de manchas na aparência da estrutura. Em alguns casos, são agressivas e causam uma desagregação profunda; são facilmente identificados e os diagnósticos são simples, não comprometendo a estrutura da edificação. As infiltrações estão relacionadas com a presença de água nos blocos, que pode ocasionar manchas de umidade, bolor, fungos, algas, deslocamentos, desagregações e mudanças de coloração. Tais são geradas pela absorção capilar superficial de água por condensação.

Para Souza (2008), as funções principais da parede passaram a ser de vedação, deixando de ser autoportantes, pois o concreto armado começou a ser usado nas superestruturas, a fim de sustentar vigas e pilares. O resultado dessa mudança foi paredes

mais esbeltas. A utilização das estruturas pré-fabricadas trouxe consigo as juntas de dilatação, as quais colaboraram para o surgimento de patologias nas alvenarias, tornando-se um problema bem aparente na edificação.

3 METODOLOGIA

A ciência tem como objetivo fundamental a veracidade dos fatos e possui como característica principal a verificabilidade, tornando necessário identificar as operações mentais e técnicas, ou seja, determinar os métodos ou caminhos que possibilitaram chegar a esse conhecimento. A pesquisa pode ser definida como um procedimento racional e sistemático com objetivo de proporcionar respostas aos problemas levantados (GIL, 2007).

Para determinar o tipo de pesquisa a ser realizado, é necessário basear-se em alguns critérios, conhecer suas especificações e características (APPOLINÁRIO, 2006).

A classificação da presente pesquisa quanto aos fins encontra-se nas categorias de descritiva e explicativa, pois foram identificados fatores que determinam e contribuem para a ocorrência de fenômenos patológicos na indústria da construção civil e o aprofundamento do conhecimento quanto à origem e suas causas.

Gil (2007) afirma e detalha que pesquisa é o processo que utiliza a metodologia científica para a obtenção de novos conhecimentos podendo ser classificado de diversas formas. A formulação do problema, a construção de hipóteses e a identificação das relações entre variáveis constituem passos do estabelecimento do marco teórico ou sistema conceitual da pesquisa.

Assim sendo, a classificação da pesquisa quanto aos meios é estudo de caso e se baseou nas manifestações patológicas da construção civil encontradas na visita técnica ao empreendimento, elencando a origem com a tratativa, através da avaliação do projeto, laudos técnicos de investigação, para determinar as causas das patologias detectadas, propondo medidas de recuperação.

De modo geral, as pesquisas abrangem um universo de elementos tão grande que se torna impossível considerá-los em sua totalidade, por essa razão é muito frequente trabalhar com uma amostra, uma pequena parte dos elementos que compõem o universo (GIL, 2007).

O universo da pesquisa em questão é a cidade de Esmeraldas em Minas Gerais e a amostra é um empreendimento residencial executado em painéis pré-moldados mistos, localizado no município citado.

A presente pesquisa consiste em avaliar as principais manifestações patológicas em um empreendimento residencial, nunca habitado, antes de sua comercialização. Contém observações sistemáticas dos dados levantados na visita ao local, análise das fotos das manifestações patológicas encontradas e dos documentos (laudos técnicos, planilhas e perícias) fornecidos.

Para a fundamentação da pesquisa e para agregar maior veracidade aos resultados, a análise documental foi um dos principais instrumentos utilizados. Pode-se citar também outros meios como a revisão bibliográfica, estudos científicos e entrevista informal com um dos responsáveis pelo empreendimento. Os dados foram coletados entre março e maio de 2019.

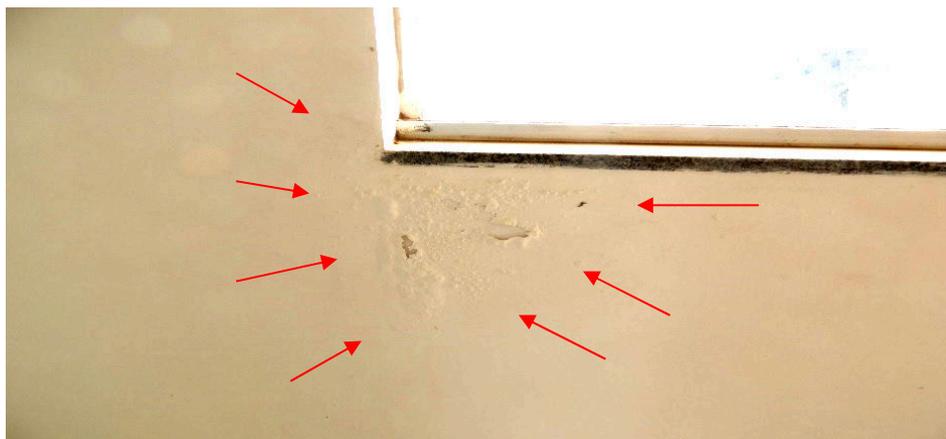
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O estudo de caso foi realizado em um imóvel novo, nunca habitado, situado em um conjunto residencial localizado na região metropolitana de Belo Horizonte, em Esmeraldas - MG.

O conjunto é constituído por 4 apartamentos, divididos em 2 blocos, sendo o sistema construtivo adotado o de painéis pré-moldados mistos, executado em regime de serviço prestado, conforme contrato celebrado entre a incorporadora e a construtora responsável pela fabricação e montagem dos painéis. Os imóveis contam com 2 dormitórios, sala, cozinha, banheiro, varanda e área de serviços. As manifestações patológicas surgiram no empreendimento antes de sua comercialização e finalização da obra.

Pode-se destacar as manifestações patológicas mais encontradas como a eflorescência, cujo surgimento se dá em materiais porosos (como concreto, argamassa, tijolo, pedra e cerâmica), ou seja: quando a água infiltra, dissolve os sais presentes no cimento e na cal, transportados até a superfície durante a evaporação da água que se solidificam ao reagirem com o dióxido de carbono no ar, formando os depósitos. O resultado desse processo químico são as conhecidas manchas que alteram a estética dos acabamentos. As mais comuns são as de cor branca, como as encontradas próximo da esquadria da sala de estar do apartamento 101, conforme mostra a figura 1, mas também podem apresentar tons mais escuros e esverdeados, se a água infiltrada se misturar com lodo e fungos.

Figura 1 - Eflorescência próximo à esquadria



Fonte: Autores (2019)

O método mais simples de reparação da eflorescência é dissolver os cristais com água sob pressão e removê-los com uma escova de cerdas naturais. Para executar este tipo de limpeza, deve-se escolher um dia de sol para a água poder evaporar rapidamente. Se os cristais não se dissolverem com a água, recomenda-se a utilização de ácido clorídrico. Outra opção menos invasiva com revestimentos cerâmicos é vinagre, ressaltando que ambos os produtos têm de ser aplicados à pressão. Para evitar que a eflorescência volte, é preciso selar a área afetada, uma vez que tenha sido tratada.

As infiltrações encontradas embaixo das esquadrias da sala de estar dos apartamentos podem ser caracterizadas pelo vazamento de água, devido à má execução das instalações e falta de vedação. Pode-se destacar também a ausência de métodos de escoamento d'água como a execução da pingadeira ao peitoril. O caimento adequado ao instalar a esquadria é fundamental para esse processo, pois acarretará na falta de escoamento d'água, fazendo com que a mesma entre para o interior da esquadria metálica. A presença de água atingirá a armadura de aço, provocando a sua oxidação e, conseqüentemente, o aumento de diâmetro das barras, o que ocasionará uma pressão no concreto, resultando em aberturas de fissuras e no destacamento de partes do concreto, deixando a ferragem exposta e acelerando o processo de corrosão e oxidação. Pode-se analisar parte desse processo por meio da figura 2, que demonstra que a infiltração das esquadrias ocasionou a abertura de uma fissura com variação de 0,5mm a 1,5mm; estas não chegaram a causar danos maiores na estrutura do empreendimento.

Figura 2 - Infiltração na esquadria, parte interna da sala



Fonte: Autores (2019)

Uma das formas de resolver o problema de infiltração nas esquadrias é a utilização do selante à base de poliuretano, que deve ser aplicado com a janela bem seca, espalhado por toda base, em todos os cantos e frestas, deixando a janela impermeabilizada e livre da umidade. Caso o vazamento esteja ocorrendo devido à má instalação da pingadeira, o recomendado é a retirada da peça para que ela seja recolocada, seguindo as orientações da figura 3, se houver peitoril, o mesmo deve possuir inclinação de 2% e ranhuras na parte inferior.

Para as fissuras decorrentes da infiltração, o tratamento necessário é abertura para retirada de todo material orgânico e limpeza de partículas soltas, o preenchimento deve ser feito por selante à base de poliuretano. Recomenda-se impermeabilização com argamassa polimérica na parte inferior das esquadrias.

Figura 3 - Esquema de instalação em uma janela para que não ocorra infiltração

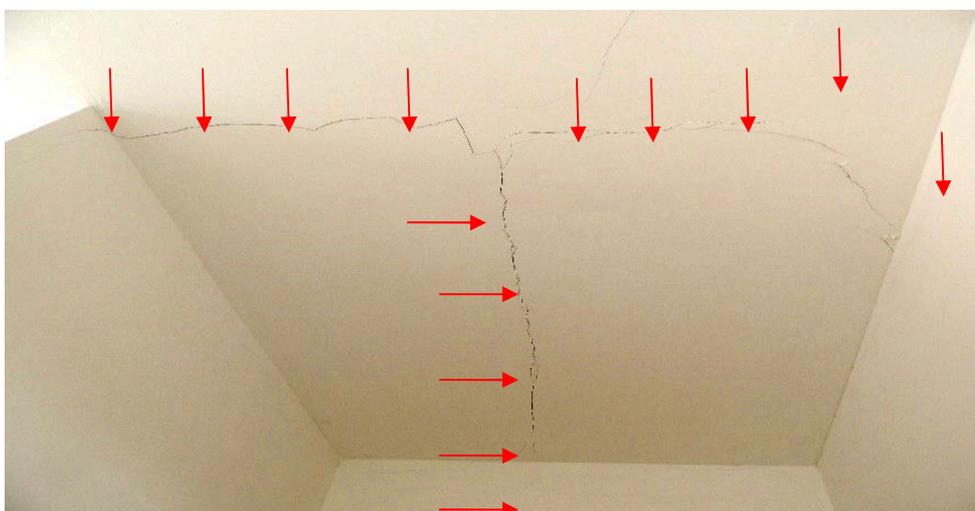


Fonte: <http://www.vaicomtudo.com/agua-infiltrando-pela-janela.html> (2019)

Nas lajes foram encontradas fissuras ortogonais com variações de (0,3 a 1,0mm), causadas por esforços de tração. As mesmas aparecem perpendicular à direção dos esforços e atravessam toda a seção. Estas são fissuras consideradas pequenas, decorrentes da falta de aderência entre as junções das estruturas. O concreto é muito susceptível a esse tipo de patologias, pois a resistência à tração deste material é muito pequena. Para impedir esse tipo de fissuração, as peças de concreto devem ser adequadamente armadas, acrescentando ao concreto as barras de aço, que serão dimensionadas para suportar este tipo de esforços de tração.

Devido a problemas estruturais, ocorreram às fissuras ortogonais com variações de (0,3 a 1,0mm) em todas as lajes dos apartamentos, como se pode observar na figura 4.

Figura 4 – Fissuras ortogonais na laje



Fonte: Autores (2019)

Os mecanismos de reparação encontrados para solucionar os problemas das fissuras ortogonais nas lajes foram: colocação de tela de poliéster, reforço estrutural com fibra de carbono e o preenchimento das fissuras com poliuretano PU, como mostra as figuras 5 e 6.

Figura 5 – Reforço com fibra de carbono



Fonte: Autores (2019)

Figura 6 - Reparo da laje com poliuretano PU



Fonte: Autores (2019)

As fissuras verticais na parede de meação podem ter aparecido por muitos motivos: em trechos da parede em que se encontram materiais diferentes (como tijolo com concreto ou tijolo com madeira), ocorreram, pois o processo de dilatação dos materiais é diferente. O processo executivo de amarração dos mesmos não deve ter sido feito corretamente. Tal pode acontecer pela falta de qualidade dos insumos utilizados, como areia, excesso de cimento ou ausência de detalhamento nos projetos designer e estrutural e a falta de conhecimento do sistema executivo utilizado no empreendimento.

A figura 7 mostra as fissuras verticais com variações pequenas de 0,1mm a 1,0mm encontradas no quarto de casal do apartamento 201, na parede de meação.

Figura 7 – Fissuras verticais na parede



Fonte: Autores (2019)

Como soluções adotadas foram refeitos os preenchimentos das junções com graute de 25MPa e a finalização das juntas com poliuretano PU. Em alguns pontos foi utilizada tela de poliéster e reforço estrutural com fibra de carbono, de acordo com a figura 8.

Figura 8 – Reforço com fibra de carbono

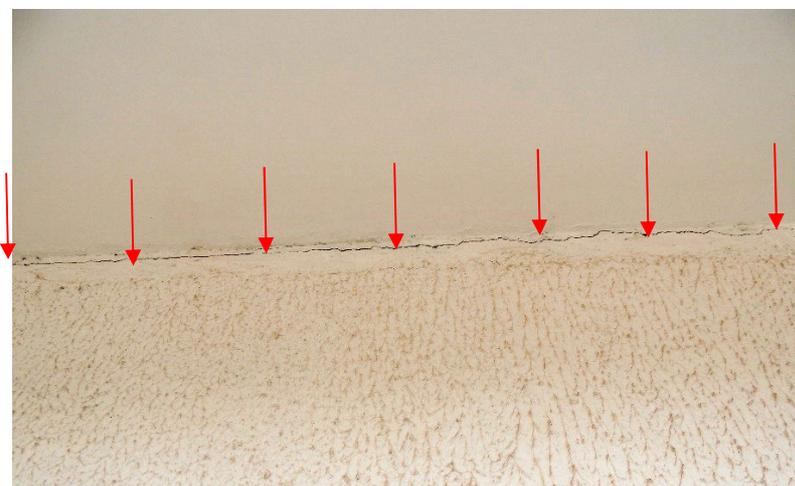


Fonte: Autores (2019)

As fissuras na junção da parede ocorrem devido à falta de tratamento térmico nas lajes, acarretando o aumento da temperatura pela incidência do sol, durante todo o dia, fazendo com que esta sofra dilatação, tracionando, por sua vez, a parede, o alongamento de ruptura de concreto, de modo que a tração é atingida e as paredes fissuram.

No empreendimento foram identificadas muitas destas manifestações patológicas como fissuras, todas consideradas pequenas, mas que, se não tratadas, tendem a aumentar. A maior ocorrência foi na junção das lajes com as paredes da sala de estar dos apartamentos superiores, como representado na figura 9. Nos quartos também foram detectadas algumas e no banheiro do apartamento 202.

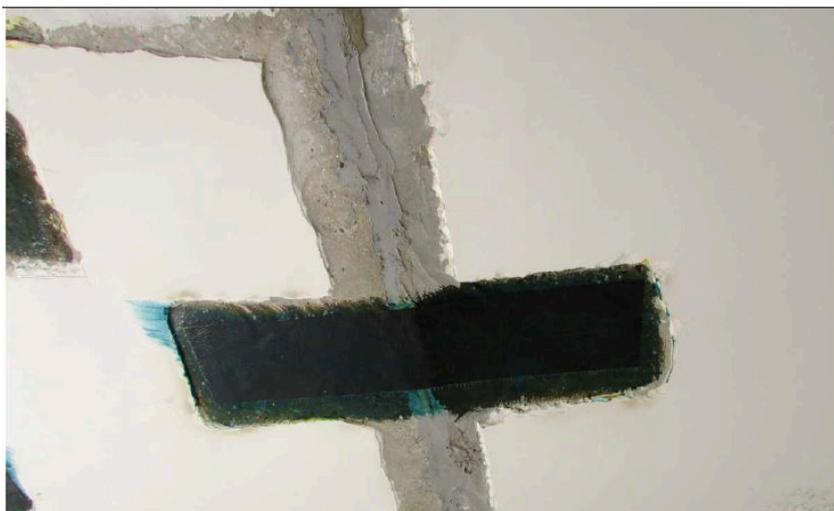
Figura 9 – Fissuras na junção da laje com a parede



Fonte: Autores (2019)

Este tipo de manifestação patológica, que surge entre a movimentação diferencial e as peças estruturais, teve como tratamento adotado o preenchimento da junção com concreto e aditivo expensor. Foram fixadas molduras de gesso, a fim de conferir acabamento à região e reforço estrutural com fibra de carbono, como demonstrado na figura 10.

Figura 10 – Reforço com fibra de carbono



Fonte: Autores (2019)

5. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÃO FINAL

As manifestações patológicas levantadas com maior frequência foram às infiltrações decorrentes da ausência de métodos de escoamento de água, originando as eflorescências abaixo das esquadrias das janelas. Pode-se destacar também as fissuras ortogonais e verticais na parede de meiação, principalmente nas junções das paredes com a laje, originadas pela falta de mão de obra qualificada na execução das amarrações entre as placas pré-moldadas.

Os impactos e danos causados por estas irregularidades em curto prazo foram a geração de resíduos (entulho) provenientes do retrabalho, gasto excedente com a execução do reforço da estrutura e, principalmente, na comercialização do empreendimento, por prever os possíveis danos em longo prazo, tais como a perda do desempenho do sistema estrutural diminuindo sua vida útil.

É importante acompanhar o processo executivo desde o início do empreendimento, controlar, padronizar e prezar pela qualidade na execução dos serviços, bem como seguir as normas e procedimentos vigentes. Estes fatores são cruciais para o seu bom desempenho e vida útil.

O diagnóstico correto dos problemas patológicos é o elemento fundamental para o estabelecimento das correspondentes medidas preventivas e para a decisão sobre os prováveis processos de correção que, a princípio, só serão eficientes, na medida em que se conseguir combater efetivamente a causa do problema.

Para fins de pesquisas futuras, espera-se poder realizar um projeto de controle e erradicação de falhas no processo construtivo de painéis pré-moldados mistos, conseguindo assim mitigar as ocorrências das manifestações patológicas que ocorrem neste empreendimento.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado**. NBR 9062. Rio de Janeiro: ABNT, 1985.

ALENCAR, AUGUSTO FRANCO. **Construção Civil Desafios 2020**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <file:///C:/Users/maria/Downloads/Construcao-Civil-versao-completa.pdf>. Acesso em 04 de novembro de 2018.

APPOLINÁRIO, FABIO. **Metodologia da ciência: filosofia e prática da pesquisa**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.

CORRÊA, LÁSARO ROBERTO. **Sustentabilidade na construção civil**. Janeiro de 2009. Disponível em: <http://especializacaocivil.demc.ufmg.br/trabalhos/pg1/Sustentabilidade-%20na%20Constru%E7%E3o%20CivilL.pdf>. Acesso em 08 de novembro de 2018.

DA SILVA, FERNANDO BENIGNO. **Painéis pré-moldados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos para paredes**. Edição 194 – maio de 2013. Disponível em <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/194/paineis-pre-moldados-mistos-de-concreto-armado-e-blocos-ceramicos-para-294041-1.aspx>. Acesso em 15 de setembro de 2018.

DO CARMO, PAULO OBREGON. **Patologia das construções**. Santa Maria, Programa de atualização profissional – CREA – RS, 2003.

FORAGI, RAFAEL. **Uma análise do programa minha casa minha vida**. Porto Alegre: UFRGS, 2012. Disponível em: < https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183-69963/000875591.pdf?sequence=1&isAllowed=y >. Acesso em 15 de setembro de 2018.

GIL, ANTONIO CARLOS. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2007.

SOUZA, MARCOS FERREIRA DE. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <http://www.pos.demc.ufmg.br/2015-/trabalhos/pg1/Patologias%20Ocasionaladas%20Pela%20Umidade%20Nas.pdf>. Acesso em: 08 de abril de 2015.