

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Engenharia
Curso de Especialização em Construção Civil

Maria Altiva Prado De Oliveira

**ANÁLISE DE CAUSAS DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÃO
E AÇÕES PREVENTIVAS EM FASE DE PROJETO**

Belo Horizonte
2023

Maria Altiya Prado De Oliveira

**ANÁLISE DE CAUSAS DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÃO
E AÇÕES PREVENTIVAS EM FASE DE PROJETO**

Versão final

Monografia de especialização apresentada ao Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

Orientador: Adriano de Paula e Silva

Belo Horizonte
2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Engenharia

FICHA CATALOGRÁFICA

O48a	<p>Oliveira, Maria Altiva Prado de. Análise de causas de manifestações patológicas em edificação e ações preventivas em fase de projeto [recurso eletrônico] / Maria Altiva Prado de Oliveira. – 2023. 1 recurso online (52 f.) : pdf.</p> <p>Orientador: Adriano de Paula e Silva.</p> <p>Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG.</p> <p>Bibliografia: f. 51-52. Exigências do sistema: Adobe Acrobat Reader.</p> <p>1. Construção civil. 2. Patologia de construção. 3. Anomalias. 4. Edifícios públicos. 5. Projetos de engenharia. 6. Edificações. I. Silva, Adriano de Paula e. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.</p> <p>CDU: 69</p>
------	--



ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA

ALUNO: MARIA ALTIVA PRADO DE OLIVEIRA

MATRÍCULA: 2020687270

RESULTADO

Aos 14 dias do mês de março de 2023 realizou-se a defesa da MONOGRAFIA de autoria do aluno acima mencionado sob o título:

"ANÁLISE DE CAUSAS DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÃO E AÇÕES PREVENTIVAS EM FASE DE PROJETO"

Após análise, concluiu-se pela alternativa assinalada abaixo:

APROVADO

APROVADO COM CORREÇÕES

REPROVADO

NOTA: 90

CONCEITO: A

Nome

Prof. Dr. Adriano de Paula e Silva

Assinatura

Adriano de Paula e
Silva:36512460600
Assinado de forma digital por
Adriano de Paula e
Silva:36512460600
Dados: 2023.04.11 21:59:08 -03'00'

Nome

Prof. Dr. Cristiane Machado Parisi Jonov

Assinatura

Cristiane Machado
Parisi:89497244649
Assinado de forma digital por
Cristiane Machado
Parisi:89497244649
Dados: 2023.04.11 22:00:12 -03'00'

O candidato faz jus ao grau de "ESPECIALISTA EM CONSTRUÇÃO CIVIL: "GESTÃO E TECNOLOGIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL"

Belo Horizonte, 14 de março de 2023

Antonio Neves
de Carvalho Jr
Assinado de forma digital
por Antonio Neves de
Carvalho Jr
Dados: 2023.04.12 15:11:57
-03'00'

Coordenador do Curso

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus pela coragem e saúde. Ao meu esposo Robson, pelo apoio e dedicação e aos meus filhos Rafael, Breno e Artur pela paciência e suporte técnico.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Adriano de Paula e Silva agradeço pela orientação e por todos os ensinamentos que contribuíram para o meu crescimento acadêmico. Agradeço também a todos os professores que compuseram a banca.

Aos colegas de pós-graduação agradeço pela parceria, diálogo e compartilhamento das alegrias e angústias vivenciadas ao longo do curso. Agradeço especialmente ao meu esposo e filhos pelo apoio incondicional.

Resumo

Este estudo tem por objetivo analisar as manifestações patológicas identificadas em uma edificação pública, situada no centro da cidade de Belo Horizonte, detectando suas possíveis causas e posteriormente realizando um diagnóstico com sugestões de detalhamentos para que anomalias semelhantes não ocorram ou sejam minimizadas. É de grande importância identificar as causas das manifestações patológicas na edificação, sejam elas na falta ou falha de detalhamento dos processos construtivos na fase de projetos; falha na etapa construtiva; mau uso ou falta de manutenção no período pós obra. No primeiro momento foram realizadas vistorias técnicas minuciosas na edificação em estudo, complementadas por relatório fotográfico de todas as anomalias encontradas. No segundo momento foram analisados os projetos, caderno de especificação e memoriais descritivos com o objetivo de avaliar/averiguar o nível de detalhamento do projeto e processos construtivos. Constatou-se que a maior parte das manifestações patológicas estavam localizadas nas fachadas da edificação. Foram encontradas e cadastradas um total de cinquenta (50) anomalias, sendo 50% atribuídas a fase de projetos, 40% atribuídas a falha na utilização ou falta de manutenção, 7% decorrentes de falhas na execução e 3% a falhas diversas ou não detectadas. Desta forma, pode-se observar que a maior recorrência de patologias é na fase de projetos, tendo como possíveis causas, falhas ou ausência de detalhamentos e especificações de processos construtivos. Foi sugerido um possível detalhamento para cada tipo de patologia cadastrada.

Palavras-chaves: Patologias. Anomalias. Fissuras.

Abstract

This study aims to analyze the pathological manifestations identified in a public building, located in the center of the city of Belo Horizonte, detecting their possible causes and subsequently performing a diagnosis with detailed suggestions so that similar anomalies do not occur or are minimized. It is of great importance to identify the causes of pathological manifestations in the building, whether they are the lack or failure to detail the constructive processes in the design phase; failure in the constructive stage; misuse or lack of maintenance in the post-construction period. In the first moment, detailed technical inspections were carried out in the building under study, complemented by a photographic report of all the anomalies found. In the second moment, the projects, specification booklet and descriptive memorials were analyzed with the objective of evaluating/ascertaining the level of detail of the project and construction processes. It was found that most of the pathological manifestations were located on the facades of the building. A total of fifty (50) anomalies were found and registered, with 50% attributed to the project phase, 40% attributed to failure in use or lack of maintenance, 7% due to failures in execution and 3% to miscellaneous or undetected failures. In this way, it can be observed that the highest recurrence of pathologies is in the design phase, with possible causes, failures or absence of details and specifications of construction processes. A possible detail was suggested for each type of registered pathology.

Keywords: Pathologies. Anomalies. Cracks.

Lista de figuras

Figura 1: Manchas, bolor e fissuras	18
Figura 2: Fissuras horizontais e inclinadas	19
Figura 3: Juntas de movimentação da estrutura e revestimento	20
Figura 4: Fissura vertical	21
Figura 5: Fissuras verticais.....	22
Figura 6: Fissuras horizontais ao longo das vigas.....	23
Figura 7: Fissuras, bolor e encardimento	24
Figura 8: Fissuras horizontais, eflorescência e bolor	25
Figura 9: Fissuras verticais e horizontais	26
Figura 10: Fissuras ao longo do piso	27
Figura 11: Fissura horizontais e mapeadas.....	28
Figura 12: Junta de movimentação estrutural	29
Figura 13: Encontro de jardim com a estrutura da edificação	30
Figura 14: Fissuras horizontais	31
Figura 15: Fissura vertical no encontro de parede com pilar.....	32
Figura 16: Infiltração parede interna.....	33
Figura 17: Infiltração/goteira ao longo de calha.....	34
Figura 18: Trincas e fissuras devido a deformação excessiva da laje.....	35
Figura 19: Deformação na laje de piso.....	35
Figura 20: Junta de movimentação estrutural	36
Figura 21: Infiltração em esquadrias	37
Figura 22: Infiltração no encontro de parede/viga/janela.....	38
Figura 23: Infiltração encontro de janela com viga	39
Figura 24: Infiltração em esquadrias	40

Lista de tabelas

Tabela 1: Análise percentual das causas de problemas patológicos em estruturas de concreto	14
--	----

Lista de gráficos

Gráfico 1: Possíveis responsáveis pelas patologias da edificação.....	43
---	----

Lista de ilustrações

Ilustração 1: Tipos de ligação entre pilar e alvenaria	46
Ilustração 2: Tipos de fixação (encunhamento).....	46
Ilustração 3: Vergas e contravergas.....	47
Ilustração 4: Reforço com tela.....	47
Ilustração 5: Detalhe do peitoril	48
Ilustração 6: Junta de trabalho	48

Sumário

1 INTRODUÇÃO	10
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1 Desempenho	11
2.2 Vida útil e durabilidade	11
2.3 Considerações gerais sobre patologia.....	12
2.3.1 Patologia das estruturas do concreto armado	13
2.3.2 Patologia das Fundações	15
2.3.3 Patologia em argamassas de revestimentos	15
3 ESTUDO DE CASO	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1 Metodologia e obtenção dos dados.....	41
4.2 Diagnóstico	42
5 CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES	45
REFERÊNCIAS.....	50

1 INTRODUÇÃO

Numa edificação, no processo de execução e de cura dos sistemas construtivos, originam-se pequenas fissuras, que talvez nem possam ser percebidas durante uma inspeção visual, mas elas existem e podem ser a porta de entrada de elementos causadores dos danos às estruturas, as chamadas manifestações patológicas. Essas fissuras devem ser identificadas na sua fase inicial, quando ainda não comprometem a integridade da estrutura. Entretanto, às vezes as fissuras são muito pequenas, tornando assim, de difícil detecção. As manifestações patológicas na construção civil mostram-se como as principais causas de deterioração e diminuição da vida útil de uma edificação e conhecer suas origens e causas possibilitam ações preventivas e corretivas mais eficazes.

O objetivo geral deste estudo de caso é analisar as manifestações patológicas existentes na edificação, classificando-as de acordo com suas prováveis causas. O objetivo específico é listar os detalhamentos necessários para a etapa de projeto, de forma a minimizar ou impedir o aparecimento dessas anomalias.

A análise das anomalias identificadas nesta edificação pública, situada na região central de Belo Horizonte, pode contribuir para o aprimoramento do processo de elaboração de projetos, para execução de obras e para os procedimentos de manutenção na etapa de pós obra, minimizando erros e falhas em empreendimentos futuros. O conhecimento destas incidências contribui para a melhoria contínua dos processos construtivos, na medida em que tais informações são tratadas e divulgadas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Enumera-se alguns conceitos inerentes à construção civil.

2.1 DESEMPENHO

O Conceito de desempenho, segundo a NBR 15575 (ABNT, 2013, p.06) é o “comportamento em uso de uma edificação e de seus sistemas” que atendam determinadas exigências durante sua vida útil. Quando os problemas patológicos acontecem, existe uma perda desse desempenho que está diretamente ligada aos danos e vícios construtivos que aparecem com o decorrer do tempo, não significando que a edificação esteja condenada e sim que requer uma intervenção técnica para reabilitação da estrutura, prolongando assim sua vida útil.

Para que os problemas patológicos não se tornem um problema comum nas edificações, é necessário fazer o uso da edificação de forma correta, obedecendo às exigências feitas no manual do usuário, realizando as manutenções preventivas e corretivas de acordo com as normas técnicas ABNT NBR 14037/2013 - Manual de uso, operação e manutenção das edificações e registrando as manutenções de acordo com a norma técnica ABNT NBR 5674/1999 – Manutenção de edificações – Procedimento.

2.2 VIDA ÚTIL E DURABILIDADE

Conceito de vida útil segundo a NBR 15575-1(ABNT, 2013, p.06):

Período de tempo em que um edifício e/ou seus sistemas se prestam às atividades para as quais foram projetados e construídos, com atendimento dos níveis de desempenho previstos nesta Norma, considerando a periodicidade e a correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo manual de uso, operação e manutenção (a vida útil não pode ser confundida com prazo de garantia legal ou contratual)

Para que não se tenha problema com o desempenho da estrutura durante sua vida útil tem-se que pensar na durabilidade de cada componente ou sistema e para isso deve-se conhecer seu conceito que segundo a NBR 15575-1(ABNT, 2013, p.07) é “capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções, ao longo do tempo e sob condições de uso e manutenção especificadas no manual de uso, operação e manutenção”

Os conceitos de vida útil e durabilidade estão associados, não há que se falar de um sem mencionar o outro. Para poder prever a vida útil de uma edificação e garantir sua durabilidade é necessário conhecer os materiais e sistemas dos quais ela é formada e estimar a influência dos agentes do meio ambiente, dos desgastes referentes ao uso e de outras ações atuantes. A vida útil de um edifício está diretamente relacionada à manutenção do desempenho dos revestimentos acima dos níveis mínimos especificados.

Portanto, a concepção de uma construção durável é decorrente de um conjunto de decisões e procedimentos adotados nas fases preliminares do projeto, levados em conta desde o planejamento inicial. Tais decisões garantem à estrutura e aos materiais um desempenho satisfatório durante sua vida útil. Os parâmetros que definem um adequado sistema de qualidade e produção são os mesmos que definem a durabilidade do edifício (RIPPER; SOUZA, 1998).

2.3 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE PATOLOGIA

Desde os primórdios da civilização, o homem se preocupa com a construção das estruturas adaptadas às suas necessidades. Com isso, a humanidade acumulou um grande acervo científico ao longo dos séculos, o que permitiu o desenvolvimento da tecnologia da construção, abrangendo a concepção, o cálculo, a análise e o detalhamento das estruturas. Apesar disso e por ainda existirem limitações ao desenvolvimento científico e tecnológico, além das inevitáveis falhas involuntárias, têm-se constatado que algumas estruturas acabam por ter desempenho insatisfatório, gerando as patologias da construção civil (RIPPER; SOUZA, 1998).

As causas da ocorrência dos fenômenos patológicos podem ser as mais diversas, desde o envelhecimento natural, acidentes, irresponsabilidade de profissionais e usuários, que optam pela utilização de materiais fora das especificações ou não realizam a manutenção correta da estrutura, muitas vezes por razões econômicas, dentre outras. (RIPPER; SOUZA, 1998).

Para Granato, (2002, p.16) “Patologia: É a ciência que estuda a origem, os sintomas e a natureza das doenças. No caso do concreto, a patologia significa o estudo das anomalias relacionadas à deterioração do concreto na estrutura”.

Os problemas patológicos podem ser divididos em duas formas: Simples ou complexos. Os considerados simples podem ser resolvidos sem a necessidade de profissional com conhecimentos altamente especializados e as soluções podem ser

padronizadas, já para os considerados complexos necessitam que sejam realizados por profissionais altamente especializados e que seja realizada uma inspeção pormenorizada e individualizada do problema. (SOUZA: RIPPER, 1998)

As patologias são normalmente provenientes de fissuras, portanto, se faz necessário um estudo detalhado das origens para melhor entendimento do fenômeno, no intuito de buscar qualidade dos processos construtivos, de forma a garantir a durabilidade das edificações. Os danos provocam comprometimentos estéticos, que transmitem ao usuário a sensação de insegurança. Infiltrações colocam em risco a salubridade dos ambientes e a redução da durabilidade da estrutura.

Segundo Ripper e Souza(1998, p.22)

Os problemas patológicos têm suas origens motivadas por falhas que ocorrem durante a realização de uma ou mais das atividades inerentes ao processo genérico a que se denomina de construção civil, processo este que pode ser dividido, em três etapas básicas: concepção, execução e utilização

2.3.1 Patologia das estruturas do concreto armado

As patologias em que são acometidos os elementos das estruturas do concreto armado, podem ter causas intrínsecas (Falhas humanas durante a construção, falhas humanas durante a utilização e causas naturais) ou extrínsecas (Falhas humanas durante o projeto, falhas humanas durante a utilização, ações mecânicas, ações físicas, ações químicas ou ações biológicas).

Os efeitos resultantes da ação dos agentes intrínsecos e/ou extrínsecos na estrutura de concreto são: surgimento de fissuração, desagregação do concreto, carbonatação do concreto, perda de aderência e desgaste do concreto, que são processos físicos de deterioração.

Na tabela 1 são mostrados resultados de pesquisas realizadas ao longo do tempo, procurando relacionar percentualmente as várias causas para a ocorrência de problemas patológicos. Os resultados são divergentes, devido as pesquisas terem sido realizadas em continentes distintos, com diferentes realidades. Tantas eram as causas, que poderia ser difícil definir a preponderante.

Tabela 1- análise percentual das causas de problemas patológicos em estruturas de concreto

FONTE DE PESQUISA	CAUSAS DOS PROBLEMAS PATOLÓGICOS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO			
	Concepção e Projeto	Materiais	Execução	Utilização e Outras
Edward Grunau Paulo Helene (1992)	44	18	28	10
D. E. Allen (Canadá) (1979)	55	<= 49 =>		
C.S.T.C. (Bélgica) Verçoza (1991)	46	15	22	17
C.E.B. Boletim 157 (1982)	50	<= 40 =>		
Faculdade de Engenharia da Fundação Armando Alvares Penteado Verçoza (1991)	18	6	52	24
B.R.E.A.S. (Reino Unido) (1972)	58	12	35	11
Bureau Securitas (1972)	<= 88 =>			12
E.N.R. (U.S.A.) (1068 -1078)	9	6	75	10
S.I.A. (Suíça) (1979)	46		44	10
Dov Kaminetzky (1991)	51	<= 40 =>		16
Jean Blevot (França) (1974)	35		65	
L.E.M.I.T. (Venezuela) (1965-1975)	19	5	57	19

Fonte: RIPPER e SOUZA, 1998.

Enumera-se os processos físicos de degradação das estruturas de concreto em fissuração, degradação do concreto, carbonatação do concreto, perda de aderência e desgaste do concreto.

Segundo Souza e Ripper (1998, p.78)

Ao se verificar que uma estrutura de concreto armado apresenta problemas patológicos, torna-se necessário efetuar uma vistoria detalhada e cuidadosamente planejada para que se possa determinar as reais condições da estrutura, de forma a avaliar as anomalias existentes, suas causas, providências a serem tomadas e os métodos a serem adotados para a recuperação ou o reforço.

A fissuração da estrutura em concreto é a porta de entrada para os agentes agressivos existentes na atmosfera, que causam a corrosão das armaduras, ocorrendo a expansão volumétrica da armadura, podendo aumentar em até 10 vezes do seu volume original. Tal fato provoca a desagregação da camada de concreto que envolve a armadura.

Segundo Granato (2008, p.45)

Existem vários fatores que afetam, desencadeiam ou produzem ambos os efeitos no processo de corrosão das armaduras, como a dosagem de cimento no concreto, a sua compactação e homogeneidade, como também a espessura do recobrimento da armadura, o estado superficial da armadura e a umidade ambiental.

2.3.2 Patologia das Fundações

Uma análise detalhada do solo, através de investigações geotécnicas, é fundamental para a escolha correta do tipo de fundação a ser utilizado, assim como a metodologia de execução deve estar em conformidade com as normas técnicas vigentes. O resultado será uma fundação com nível de desempenho satisfatório e por consequência uma edificação estável, sem o surgimento de problemas de desempenho estrutural do edifício. Os problemas decorrentes da escolha errônea do tipo de fundação correto são inúmeros, vão desde trincas/fissuras que afetam apenas o desempenho arquitetônico e estético, até os danos funcionais que comprometem o desempenho e funcionalidade da edificação, sendo necessário reparos ou reforços estruturais ou ainda implicando na instabilidade da edificação levando-a ao colapso.

Dentre as principais causas de patologias em fundações, pode-se citar: ausência ou insuficiência de investigações geotécnicas, má interpretação dos dados coletados pelos ensaios realizados, avaliação errada dos valores dos esforços provenientes da estrutura, adoção inadequada de tensão admissível do solo, modelos matemáticos defasados para cálculo de fundações, má execução por imperícia e falta de treinamento de mão de obra, sequência construtiva inadequada, influências externas como escavações e deslizamentos e ampliações de áreas e acréscimo de pavimento sobrecarregando a fundação.

2.3.3 Patologia em argamassas de revestimentos

A patologia que acomete as fachadas e partes internas constituídas de argamassas com acabamento em pintura, são normalmente chamadas de trincas. Suas causas podem estar relacionadas a não hidratação completa da cal, preparo inadequado da argamassa, argamassas ricas em cimento, falta de aderência da argamassa à base, elevada espessura do revestimento, problemas de fixação (encunhamento) de alvenarias e ausência de juntas de trabalho. Os danos, ao longo do tempo, prejudicam o aspecto estético da edificação, geram sensação de

desconforto e podem até tornar os ambientes insalubres. Tais danos classificam-se em eflorescência, desagregação, saponificação, bolhas, bolor e descascamento. (GRANATO, 2002).

De acordo com Granato 2002, eflorescência é a formação de depósitos salinos na superfície das alvenarias, concretos ou argamassas, etc., como resultado da sua exposição à água de infiltrações ou intempéries. Seu aparecimento pode ser proveniente de vários sais, como: Carbonato de cálcio, carbonato de magnésio, carbonato de potássio, carbonato de sódio, Sulfato de cálcio desidratado, sulfato de magnésio, sulfato de cálcio, sulfato de potássio, sulfato de sódio, cloreto de cálcio, cloreto de magnésio, Nitrato de magnésio, Nitrato de sódio e Nitrato de amônio, todos apresentam um certo grau de solubilidade em água.

O desagregamento, caracteriza-se pela destruição da pintura que se esfarela, destacando-se da superfície, podendo destacar com parte do reboco. Normalmente é causado pela reação química dos sais lixiviados pela ação da água que atacam as tintas ou os adesivos de revestimentos.

A saponificação manifesta-se pelo aparecimento de manchas na superfície pintada, frequentemente provocando o descascamento ou degradação das pinturas, notadamente nas tintas do tipo PVA, de menor resistência. A saponificação também ocorre devido à alta alcalinidade do substrato, que pode ter se manifestado pela eflorescência dos sais altamente alcalinos.

As bolhas manifestam-se com maior ocorrência nas pinturas impermeáveis, devido à dificuldade de evaporação da água de infiltração, ou da formação de vapores devido à variação térmica.

O bolor manifesta-se pela absorção ou presença de umidade nas tintas, principalmente dos tipos PVA, em função das resinas e aditivos de sua formulação (espessantes, plastificantes, etc.), que proporcionam condições adequadas para o surgimento e crescimento de colônias de fungos e bactérias, notadamente em ambientes pouco ventilados e iluminados.

O descascamento é provocado pela reação dos sais das eflorescências lixiviados até a interface das pinturas, prejudicando sua aderência.

É importante respeitar as normas técnicas quanto as espessuras máximas de revestimentos argamassados e também à metodologia de execução, de forma a ser compatível com o tipo de revestimento projetado.

Outro fator causador do aparecimento de fissuras é a falta de juntas de construção que podem ser juntas de assentamento, juntas de movimentação, juntas de dessolidarização e juntas estruturais. Os espaçamentos entre juntas devem ser verificados em normas técnicas específicas, (NBR 13.754; NBR 8214 e outras).

Segue definição para os tipos de juntas de construção:

Junta de assentamento, de acordo com a NBR 13754 (ABNT,1996, p.5) “ Espaço regular entre duas placas cerâmicas adjacentes”.

Junta de movimentação, de acordo com a NBR 13754 (ABNT,1996, p.5) tem como objetivo “Subdividir o revestimento do piso, para aliviar tensões provocadas pela movimentação da parede ou do próprio revestimento”. Ou de acordo com a NBR8214(ABNT,1983, p.2) é uma “Junta intermediária, normalmente mais larga que as juntas de assentamento, projetada para aliviar tenções provocadas pela movimentação da parede e/ou do próprio revestimento”.

Junta de dessolidarização, de acordo com a NBR 13754 (ABNT,1996, p.5) “tem a função de separar o revestimento, para aliviar tensões provocadas pela movimentação da parede ou do próprio revestimento”.

Junta estruturais ou junta de dilatação, de acordo com a NBR 6118 (ABNT,2014, p.4) “é qualquer interrupção do concreto com a finalidade de reduzir tensões internas que possam resultar em impedimentos a qualquer tipo de movimentação da estrutura, principalmente em decorrência de retração ou abaixamento da temperatura”.

3 ESTUDO DE CASO

Trata-se de um prédio institucional composto de 02 pavimentos, para atendimento do público jovem da cidade, situado no centro da cidade de Belo Horizonte. A edificação, projetada em 2012, teve início da construção no ano de 2013 e conclusão em 2016, passando a exercer as especificações do projeto plenamente neste mesmo ano. A área total construída é de 5600 m², sendo 3683 m² no 1º andar e 1917 m² no 2º andar.

Trata-se de um edifício executado em estrutura de concreto armado, com lajes maciças e tipo cogumelo, moldados in loco. Os elementos de vedação externos e a divisão de ambientes internos são executados em alvenaria de tijolos cerâmicos revestidos, com acabamento em pintura. As fachadas são compostas por grandes painéis de vidro com janelas do tipo maxim-ar.

Neste estudo de caso, buscou-se catalogar as patologias encontradas e trabalhar com aquelas que pudessem ser minimizadas ou sanadas ainda na fase de projetos, com o detalhamento de ações preventivas.

Seguem algumas fotos, apresentando as patologias presentes na edificação estudada.

Figura 1 - Manchas, bolor e fissuras



Fonte: Autor, 2023.

Na figura 1 são apresentadas manchas na pintura, fissuras e bolor.

Nesta região, a edificação encontra-se muito sombreada e com presença de umidade constante, devido ao fato do passeio não possuir inclinação para a via pública, com empoçamento de água próximo à parede, o que causa a proliferação de fungos que provocam fissuras, manchas e deterioração dos revestimentos.

Os sistemas construtivos impactados são revestimento argamassado e pintura.

Para corrigir ou minimizar o problema, deve-se ser refazer o passeio externo corrigindo o caimento do piso em direção à rua ou executar mini canaleta ao longo da fachada, direcionando a água para fora da edificação. A solução poderia ter ocorrido ainda na fase de projeto caso tivesse pensado nas consequências de se ter o caimento do passeio em direção a edificação.

Figura 2 - Fissuras horizontais e inclinadas



Fonte: Autor, 2023.

A figura 2 apresenta fissura no encontro da alvenaria de vedação com a viga da estrutura inicialmente horizontal e tornando-se inclinada próximo ao pilar.

Fissuras inclinadas é indicio de movimentação diferenciada da estrutura de fundação, recalque da fundação. Que tem como causa falha no dimensionamento da fundação podendo conter ferragens insuficientes ou mal posicionadas.

A figura também apresenta manchas na pintura, que podem ser decorrentes exposta ao sol. Ao longo da trinca apresenta sinais de eflorescência devido a penetração da água e diluição dos sais contidos na argamassa que são transportados

para a superfície que em contato com o ar, se solidificam causando o depósito de pó branco. E apresenta o encardimento da pintura do encontro da parede com a canaleta de drenagem, que ocorre devido ao respingo de resíduos do solo na parede.

As anomalias apresentadas atingem o sistema estrutural, sistema de vedação e de revestimento e poderiam ser prevenidos ainda na fase de projetos com o estudo geotécnico mais minucioso para melhor dimensionamento da fundação.

Figura 3 - Juntas de movimentação da estrutura



Fonte: Autor, 2023

A figura 3 apresenta a junta de movimentação da estrutura com fissuras paralelas ao longo de toda junta e também fissuras paralelas ao longo do encontro da viga com a alvenaria.

A fissura paralela à junta de movimentação da estrutura pode ser decorrente da menor espessura da argamassa de alta resistência nesse local e/ou devido a falha na aderência entre a argamassa e o material de sustentação da junta. A fissura paralela a viga pode ter ocorrido devido à problema no encunhamento ou pela fragilização do local, devido a presença das janelas com grandes dimensões e em grande número.

Os sistemas construtivos acometidos são os de revestimento argamassado e de pintura.

As anomalias apresentadas poderiam ser prevenidas ainda na fase de projeto com os detalhamentos, especificações adequadas para o tratamento das juntas de movimentação estrutural e, para prevenir as fissuras horizontais, deveria ter sido especificado o reforço com o uso de tela metálica nos encontros de estrutura com a vedação em alvenaria ainda na fase de projetos ou implementadas na fase de obras.

Figura 4 - Fissura vertical



Fonte: Autor, 2023

A figura 4 apresenta fissura vertical entre pilar e alvenaria de fechamento e manchas na pintura.

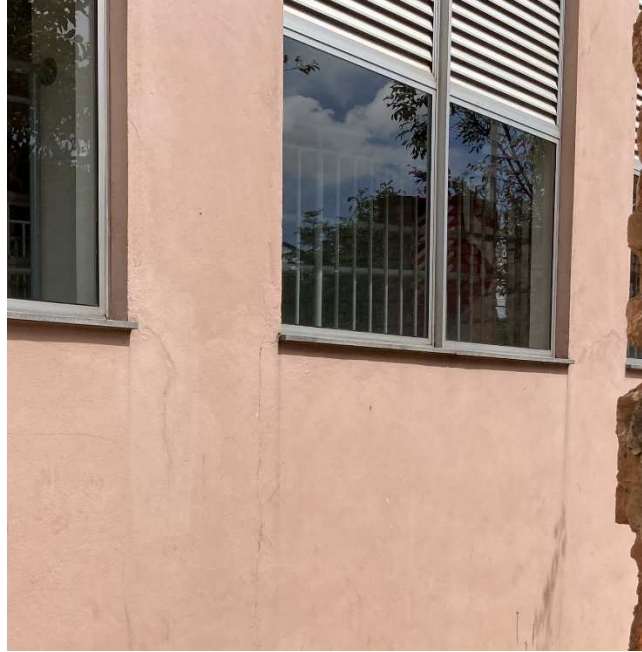
As possíveis causas para a fissura vertical pode ser a deficiência na interligação entre os sistemas construtivos e/ou insuficiência da dimensão de verga e contra verga. As manchas brancas na pintura podem ser decorrentes de infiltração de água nas fissuras, carreando sais presentes na argamassa para a superfície do revestimento.

Os sistemas construtivos acometidos são de alvenaria, revestimento de argamassa e de pintura.

Para prevenir a fissura vertical deveria ter sido inserido no projeto, detalhamento da ligação entre as paredes com os pilares especificando telas metálicas fixadas no concreto a cada 2 fiadas da alvenaria e reforço no revestimento

argamassado, com tela, nos encontros das paredes com a estrutura e provavelmente as manchas brancas, eflorescência, não teriam ocorrido.

Figura 5 - Fissuras verticais



Fonte: Autor, 2023

A figura 5 apresenta fissuras verticais nos cantos das janelas e manchas escuras no alinhamento das janelas.

As possíveis causas para as fissuras verticais próximas as janelas, podem ser a insuficiência de vergas e contra vergas e para as manchas escuras na pintura dever devido o fluxo de água neste local.

Os sistemas construtivos acometidos são de alvenaria, revestimento de argamassa e de pintura

Para impedir, ou minimizar a formação de manchas verticais ao longo das janelas, o peitoril não deveria estar no mesmo alinhamento da janela, deveria ter sido prolongando para dentro da parede, 2.0 centímetros, aproximadamente, de forma a impedir o fluxo contínuo de água, e para combater as fissuras verticais, a verga e contra verga deveriam ser contínuas, devido a existência de várias janelas na mesma fachada. Tais soluções, poderiam ter sido inseridas no projeto e as anomalias não teriam acontecido.

Figura 6 - Fissuras horizontais ao longo das vigas



Fonte: Autor, 2023

A figura 6 apresenta fissuras horizontais ao longo das vigas e manchas brancas na pintura ao longo dessas fissuras.

As fissuras paralelas as vigas podem ser decorrentes de problemas no encunhamento, e/ou pela variação da dilatação térmica do revestimento entre os diferentes sistemas construtivos, no encontro de estrutura em concreto com a alvenaria de fechamento. As manchas brancas na pintura, podem ser decorrentes de infiltração de água nas fissuras, carreando sais presentes na argamassa para a superfície do revestimento.

Os sistemas construtivos acometidos são alvenaria, revestimento de argamassa e de pintura.

Para impedir o aparecimento das fissuras horizontais, deveria ter sido especificado e detalhado em projeto, a metodologia de realização do encunhamento e indicado o reforço no revestimento argamassado, com tela metálica, nos encontros das paredes com a estrutura e provavelmente, as manchas brancas, eflorescência, não teriam ocorrido.

Figura 7 - Fissuras, bolor e encardimento



Fonte: Autor, 2023

A figura 7 mostra as fissuras no revestimento, bolor e encardimento da pintura.

A região do pé da parede recebe umidade constante e respingos de solo, por estar próximo ao jardim, fato esse que favorece o encardimento da parede e aparecimento de bolor e devido a dilatação e retração do revestimento argamassado, aparecem as fissuras.

Os sistemas construtivos acometidos são revestimento de argamassa e de pintura.

As patologias encontradas poderiam ser prevenidas ainda na fase de projetos, com a impermeabilização do encontro da parede com a canaleta em concreto.

Figura 8 - Fissuras horizontais, eflorescência e bolor



Fonte: Autor, 2023

A figura 8 apresenta fissuras horizontais ao longo da parede, com presença de eflorescência em toda sua extensão e de bolor no encontro da parede com a vala de drenagem pluvial.

As fissuras horizontais, paralelas as vigas podem ser decorrentes de problemas no encunhamento e/ou pela variação da dilatação térmica do revestimento em diferentes sistemas construtivos, encontro de estrutura em concreto com a alvenaria de fechamento. A região no pé da parede recebe umidade constante e respingos de solo por estar próximo ao jardim, fato esse que favorece o encardimento da parede e aparecimento de bolor e devido a dilatação e retração do revestimento argamassado aparecem as fissuras.

Os sistemas construtivos acometidos são revestimento de alvenaria, de revestimento em argamassa e de pintura.

Para impedir o aparecimento das fissuras horizontais, deveria ter sido especificado e detalhado, em projeto, a metodologia de realização do encunhamento e indicado o reforço no revestimento argamassado, com tela metálica, nos encontros

das paredes com a estrutura e também a impermeabilização do encontro da parede com a canaleta em concreto.

Figura 9 - Fissuras verticais e horizontais



Fonte: Autor, 2023

A figura 9 apresenta trinca vertical ao longo do encontro da alvenaria com o pilar, fissura horizontal ao longo do vigamento, manchas brancas na pintura e presença de vandalismo pela falta da luminária.

As possíveis causas para a fissura vertical próxima a janela, junto ao pilar, pode ser, a insuficiência de vergas e contra vergas, e/ou, a movimentação térmica diferencial entre os sistemas construtivos estrutural e alvenaria. As fissuras horizontais ao longo do vigamento podem ser devido a problemas no encunhamento, e/ou, devido a fragilização do local pela passagem da tubulação elétrica, ou ainda pela movimentação térmica diferencial entre os sistemas construtivos estrutural e de alvenaria. As manchas brancas na pintura, podem ser decorrentes de infiltração de água nas fissuras, carreando sais presentes na argamassa para a superfície do revestimento.

Os sistemas construtivos acometidos são estrutura, alvenaria, revestimento de argamassa e de pintura.

Para prevenir a fissura vertical, deveria ter sido inserido no projeto, detalhamento da ligação entre paredes e pilares, especificando telas metálicas fixadas no concreto a cada 2 fiadas da alvenaria e reforço do revestimento argamassado, com tela metálica, no encontro das paredes com a estrutura. Para impedir o aparecimento das fissuras horizontais, deveria ter sido especificado e detalhado a metodologia de realização do encunhamento e indicado o reforço do revestimento argamassado, com tela metálica, nos encontros das paredes com a estrutura. Com essas medidas, provavelmente, as manchas brancas, eflorescência, não teriam ocorrido.

Figura 10 - Fissuras ao longo do piso



Fonte: Autor, 2023

A figura 10 apresenta fissuras ao longo da parede próximo ao piso e a desagregação do revestimento argamassado em alguns pontos, possivelmente, devido a ação do fogo.

Os sistemas construtivos acometidos são estrutura, alvenaria, revestimento de argamassa e de pintura.

Figura 11 - Fissura horizontais e mapeadas



Fonte: Autor, 2023

A figura 11 apresenta fissuras horizontais e mapeadas em toda extensão da parede da lateral direita e também muito vandalismo, como pichação.

As fissuras horizontais ao longo do vigamento podem ser devido a problemas no encunhamento e/ou da dilatação diferencial do revestimento entre os sistemas estruturais e de vedação. As fissuras mapeadas podem ser devido a retração do sistema de revestimento argamassado causado por problemas na dosagem da argamassa.

Os sistemas construtivos acometidos são estrutura, alvenaria, revestimento de argamassa e de pintura.

Para impedir o aparecimento das fissuras horizontais, deveria ter sido especificado e detalhado ainda em projeto, a metodologia de realização do encunhamento e indicado o reforço no revestimento argamassado, com tela metálica, nos encontros das paredes de alvenaria com a estrutura (pilar e vigas). Para prevenir o aparecimento de fissuras mapeadas deveriam ter especificado juntas de movimentação/trabalho no revestimento argamassado. A junta de movimentação ou

de trabalho, são construídas para induzir a trinca em um local determinado e realizar o seu tratamento de forma que não cause danos à edificação. Esse tipo de junta não é de execução obrigatória, mas uma prática recomendada.

Figura 12 - Junta de movimentação estrutural



Fonte: Autor, 2023

A figura 12 mostra a junta de movimentação estrutural e ao seu lado uma fissura vertical em toda sua extensão.

A fissura paralela a junta de movimentação da estrutura pode decorrer da menor espessura da argamassa de alta resistência nesse local e/ou pela falha na aderência entre a argamassa e o material de sustentação da junta.

Os sistemas construtivos acometidos são revestimento de argamassa e de pintura.

Esse tipo de patologia poderia ter sido prevenido ainda na fase de projetos, com a inserção do detalhamento da metodologia de tratamento das juntas de movimentação estrutural. Pode ser também, devido a falha na execução da junta de movimentação ou ainda por falta de manutenção.

Figura 13 - Encontro de jardim com a estrutura da edificação



Fonte: Autor, 2023

A figura 13 apresenta a região da parede com a pintura manchada e com presença de muitas fissuras.

As manchas avermelhadas são devido a interação solo com a edificação. Local sombreado, com muita umidade e declividade do solo em direção à parede, causando maior degradação da pintura e favorecendo o aparecimento de fissuras.

Os sistemas construtivos acometidos são revestimento de argamassa e de pintura.

O problema apresentado, poderia ter sido prevenido ainda na fase de projetos, com o dimensionamento de uma canaleta de drenagem ao longo do prédio, de modo a impedir que o solo entrasse em contato com a edificação e especificasse também a impermeabilização entre a canaleta e a parede.

Figura 14 - Fissuras horizontais



Fonte: Autor, 2023

A figura 14 apresenta várias fissuras horizontais ao longo do vigamento, manchas brancas na pintura ao longo das fissuras, encardimento da pintura e também sinais de vandalismo, pichações.

As fissuras horizontais ao longo do vigamento podem ser devido a problemas no encunhamento e/ou pela movimentação térmica diferencial entre os sistemas construtivos estrutural e alvenaria. As manchas brancas na pintura podem ser decorrentes da infiltração de água nas fissuras carreando sais presentes na argamassa para a superfície do revestimento. As manchas avermelhadas são devido a interação solo com a edificação. Região sombreada e com muita umidade causando maior degradação da pintura e favorecendo ao aparecimento de fissuras.

Os sistemas construtivos acometidos são revestimento de argamassa e de pintura.

Para impedir o aparecimento das fissuras horizontais deveria ter sido especificado e detalhado ainda na fase de projeto, a metodologia de realização do encunhamento e/ou indicado o reforço no revestimento argamassado, com tela metálica, nos encontros das paredes com a estrutura. E para o encardimento da

pintura deveria ter dimensionado uma canaleta de drenagem ao longo da fachada, de modo a impedir que o solo entrasse em contato com a edificação e especificasse também metodologia de impermeabilização no encontro da canaleta com a parede.

Figura 15 - Fissura vertical no encontro de parede com pilar



Fonte: Autor, 2023

A figura 15 apresenta fissura vertical na ligação da parede com o pilar.

A fissura vertical deve ter sido ocasionada pela deficiência na ligação entre pilar e parede.

Os sistemas construtivos acometidos são alvenaria, revestimento de argamassa e de pintura.

Para prevenir a fissura vertical deveria ter sido inserido no projeto, detalhamento da ligação entre as paredes com os pilares especificando telas metálicas fixadas no concreto a cada 2 fiadas da alvenaria e reforço no revestimento argamassado, com tela, nos encontros das paredes com a estrutura.

Figura 16 - Infiltração parede interna



Fonte: Autor, 2023

A figura 16 apresenta manchas na pintura interna, região superior da parede.

As manchas na pintura devem ser decorrentes de infiltração na parte superior da parede interna, devido a existência de fissuras ao longo do encontro da parede com o vigamento na parte externa.

Os sistemas construtivos acometidos são revestimento de argamassa e de pintura.

Caso, tivesse ocorrido o reforço com tela nos encontros entre pilar/viga com a parede de alvenaria, as fissuras externas não teriam surgido e não haveria infiltração na face interna da parede. Portanto poderiam ter sido prevenidas ainda na fase de projetos.

Figura 17 - Infiltração/goteira ao longo de calha



Fonte: Autor, 2023

A figura 17 apresenta pontos de goteira no encontro do telhado com a platibanda, local onde está implantada a calha. Ao longo do encontro calha platibanda existem vários pontos de goteira.

Os sistemas construtivos acometidos são de impermeabilização, do revestimento de argamassa e de pintura.

Figura 18 - Trincas e fissuras devido a deformação excessiva da laje



Fonte: Autor, 2023

A figura 18 trincas e fissuras inclinada nos cantos de aberturas de portas e janelas no 2º andar.

Figura 19 - Deformação na laje de piso



Fonte: Autor, 2023

A figura 18 apresenta fissuras inclinada nos cantos de aberturas de portas e janelas no 2º andar e a figura 19 mostra deslocamento entre o piso e o rodapé da parede.

As fissuras inclinadas podem ser decorrentes de deformação excessiva da laje e/ou pela deficiência de vergas, contra vergas nas aberturas dos vãos das portas e janelas, deformação na laje de piso pode ter ocorrido pela deficiência no cálculo da

estrutura, por retirada do escoramento antes do prazo ou ainda erro no posicionamento da ferragem.

Os sistemas construtivos acometidos são estrutura, alvenaria, revestimento argamassado e de pintura.

A patologia pode ter sido reflexo de problema na etapa de projetos, na etapa de obra ou até mesmo nas duas fases.

Figura 20 - Junta de movimentação estrutural



Fonte: Autor, 2023

A figura 20 apresenta junta de movimentação estrutural.

A junta de movimentação estrutural foi tratada apenas nos locais visíveis e nos demais locais, não houve o tratamento adequado, ficando apenas escondida pelo rodapé. Este com o tempo descolou da parede, devido a movimentação da junta, por estar aderida na parede e no piso.

O sistema construtivo acometido é o revestimento de argamassa.

A patologia pode ter sido reflexo de problema na etapa de projetos, por não apresentar o detalhamento específico para o local e na etapa de obra por deixar de executar o tratamento detalhado genericamente no projeto.

Figura 21 - Infiltração em esquadrias



Fonte: Autor, 2023

A figura 21, apresenta manchas na pintura interna.

As manchas na pintura podem ser decorrentes de infiltração na parte inferior da janela, devido falha no selamento das esquadrias e/ou por infiltração pela parede.

Os sistemas construtivos acometidos são revestimento de argamassa e de pintura.

As manchas apresentadas na parte inferior da janela podem decorrentes de falta de manutenção do selamento das esquadrias e/ou por deficiência de projeto por ter projetado a parede em contato com o solo sem as devidas precauções.

Figura 22 - Infiltração no encontro de parede/viga/janela



Fonte: Autor, 2023

A figura 22 apresenta manchas na pintura interna.

As manchas na pintura são possivelmente provenientes resultado de infiltração devido a existência de fissura no encontro da parede de fechamento de alvenaria com a viga da estrutura e/ou deficiência no selamento das esquadrias.

Os sistemas construtivos acometidos são revestimento de argamassa e de pintura.

As infiltrações poderiam ter sido evitadas com a descrição, ainda na fase de projetos, da metodologia de realização do encunhamento e/ou indicado o reforço no revestimento argamassado, com tela metálica, nos encontros das paredes com a estrutura, com estas medidas não teria aparecido as fissuras e em consequência não teria as infiltrações e/ou se tivesse havido manutenção nos selamentos das esquadrias parte das infiltrações também não teriam acontecido.

Figura 23 - Infiltração encontro de janela com viga



Fonte: Autor, 2023

A figura 23 apresenta manchas e bolor na pintura na parte superior da parede.

As manchas e o bolor devem ser decorrentes de infiltração na parede interna da fachada frontal devido a deficiência no selamento das esquadrias no encontro com a viga da estrutura.

Os sistemas construtivos acometidos são revestimento de argamassa e de pintura.

A infiltração na parte superior da janela poderia ter sido evitada com manutenção periódica do selamento entre esquadria e parede.

Figura 24 - Infiltração em esquadrias



Fonte: Autor, 2023

A figura 24 apresenta manchas, fissuras e bolor na pintura interna.

As manchas e bolor na pintura são provenientes de infiltração na parede interna da fachada lateral esquerda devido a deficiência no selamento das esquadrias.

Os sistemas construtivos acometidos são o revestimento de argamassa e de pintura.

A infiltração na parte inferior da janela poderia ter sido evitada com manutenção periódica do selamento da esquadria.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram estudados os documentos executivos obtidos sobre a edificação: o tipo de solo, o tipo de fundação, tipo de estrutura, tipo de revestimento, tipo de telhado, ano da construção problemas construtivos informados durante a execução da obra. Foi realizada inspeção na edificação com o objetivo de obter detalhamento de todos os problemas patológicos encontrados. Durante a vistoria, foi solicitado a disponibilização do livro de ocorrências e o registro de manutenções realizadas, que existem, mas não foram disponibilizados.

Em termos gerais, foram catalogadas as anomalias existentes através de relatório fotográfico, fazendo a descrição, indicando as causas prováveis, informando os sistemas construtivos impactados e indicando o detalhamento que poderia ter prevenido o surgimento da patologia.

4.1 Metodologia e obtenção dos dados

Os métodos utilizados para a análise das manifestações patológicas apresentadas na edificação baseiam-se em dados coletados nas visitas técnicas realizadas, análise do histórico da edificação com pessoas envolvidas na concepção do edifício e das técnicas construtivas adotadas, formulação de relatórios fotográficos, análise de memoriais descritivos, plantas disponíveis, dentre outros. Objetivou-se a elaborar um diagnóstico das causas prováveis para as patologias e propor detalhamentos, que pudessem ser utilizados ainda na fase de projetos para que as patologias não se manifestassem.

Através da análise dos dados organizados em um gráfico foi possível verificar que mais da metade das patologias encontradas na edificação poderiam ter sido evitadas ainda na fase de projetos, com a inserção de detalhamentos específicos e procedimentos de suas execuções.

4.2 Diagnóstico

O diagnóstico das manifestações patológicas encontradas foi realizado com base no relatório fotográfico e analisando sua aparente relação com as características observadas.

Para o embasamento das possíveis causas, não houve necessidade de realização de ensaios laboratoriais, tendo em vista a possibilidade de entendimento dos fenômenos e formulação de sua hipótese causadora durante o processo de análise das patologias, através de bibliografias e relacionando as anomalias encontradas com as já catalogadas em livros de autores referência na área.

Com os dados catalogados e organizados na tabela 2, foi possível criar o gráfico 1 que mostra os possíveis percentuais de responsabilidade, de cada fase do empreendimento, pelas patologias encontradas e catalogadas.

Tabela 2 - Resumo das patologias da edificação

Etapas de produção/ Foto patologia		Planejamento	Projetos	Execução	Manutenção	Outras causas
1	Bolor		x		x	
	Manchas		x		x	x
	Fissuras		x		x	
2	Fissuras		x			
	Eflorescência		x			
	Desbotamento				x	
	Sujidade				x	
3	Fissuras		x			
4	Fissuras		x			
	Eflorescência		x			
5	Fissuras		x			
	Encardimento		x			
6	Fissuras		x			
	Eflorescência		x			
7	Fissuras		x		x	
	Bolor		x		x	
	Encardimento		x		x	
8	Fissuras		x			
	Eflorescência		x			
	Bolor		x		x	
	Encardimento		x		x	
9	Fissuras		x			
	Eflorescência		x			
	Vandalismo				x	

Etapas de produção/ Foto patologia		Planejamento	Projetos	Execução	Manutenção	Outras causas
10	Fissuras				x	
	Vandalismo				x	
	Degradação do revestimento				x	
11	Fissuras		x			
	Vandalismo				x	
12	Fissuras		x	x	x	
13	Fissuras		x		x	
	Encardimento		x		x	
14	Fissuras		x			
	Eflorescência		x			
	Vandalismo				x	
	Encardimento		x		x	
15	Fissuras		x			
16	Infiltração		x		x	
17	Infiltração		x		x	
18	Fissuras		x	x		
	Trincas		x	x		
19	Deformação da laje		x	x		
20	Junta de movimentação		x	x		x
21	Infiltração		x		x	
22	Infiltração		x		x	
23	Infiltração				x	
	Bolor				x	
24	Infiltração				x	
	Manchas				x	
	Bolor				x	

Fonte: Autor, 2023

Durante a análise das patologias, verificou a possibilidade de patologias estarem associadas a mais de uma causa, e de estar vinculada a mais de uma etapa do processo de produção do empreendimento. O gráfico 1 não mostra estas possibilidades.

Gráfico 1 - Possíveis patologias por fase do empreendimento



Fonte: Autor 2023

De acordo com as boas práticas de engenharia todo projeto de arquitetura é responsável pela definição de muitos dos materiais e sistemas construtivos de um empreendimento. Desta forma no projeto construtivo de engenharia deveria ser inserido as especificações dos materiais, os critérios de seleção e de recebimento desses materiais. Deveria apresentar detalhamentos para cada situação específica.

5 CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES

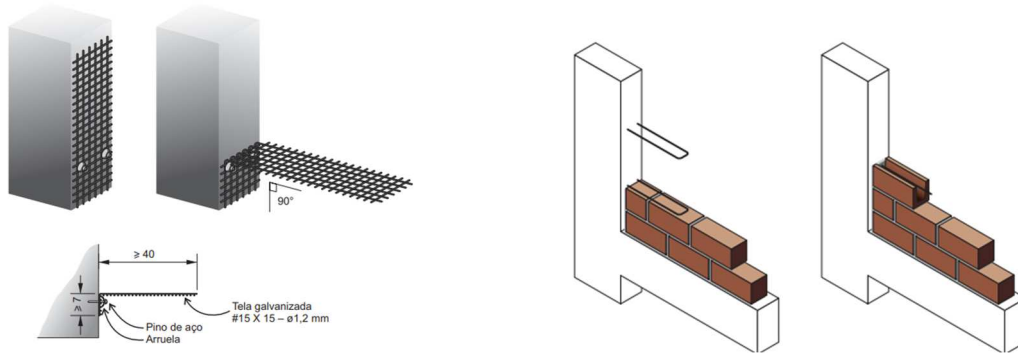
As patologias das edificações podem ter suas origens em qualquer uma das etapas dos processos construtivos. É de suma importância que se utilizem métodos de controle de qualidade durante o processo de concepção, de execução e de utilização da edificação, para garantir os melhores níveis de desempenho, de vida útil e de durabilidade dos edifícios. É primordial a verificação das normas específicas para cada etapa do processo e elaboração dos memoriais descritivos bem detalhados, com o objetivo de execução da obra de acordo com o projeto. Caso ocorram problemas e surjam as patologias, que estas sejam detectadas e tratadas em sua fase inicial. Destaca-se também a importância de realização de manutenções periódicas nos elementos construtivos, o que se mostra uma das principais ferramentas o não surgimento de manifestações patológicas futuras na edificação.

A investigação patológica de um edifício, para posterior formulação de um plano de ações interventivas, envolve uma série de decisões técnicas e não lineares, havendo necessidade de entendimento dos fenômenos como um todo, para que a decisão tomada seja a mais adequada e eficaz.

No caso estudado, foram registradas 50 patologias, que foram catalogadas de acordo com a possibilidade de origem. Destacamos um percentual de 50% decorrentes prováveis da etapa de projetos, 40% decorrentes de possíveis falhas na manutenção e 7% possíveis falhas na etapa de execução e 3% materiais e/ou causas não identificadas. Desta forma observou-se, que as causas prováveis para a maioria das patologias analisadas, foram ocasionadas na fase de projetos, pela falha ou ausência de detalhamentos e especificações de processos construtivos. Para cada tipo de patologia catalogado e analisado, foi sugerido detalhamento específico para ser inserido na etapa de projetos, a seguir.

As ligações entre pilares e alvenarias devem ser utilizadas para diminuir a ação dos gradientes térmicos que atuam principalmente nas fachadas. O tipo da ligação deve ser definido na fase de projetos, podendo ser o uso de tela galvanizada, mostrado na ilustração 1 - esquerda ou o uso de armações de espera introduzidas no pilar como mostrado ilustração 1 - direita.

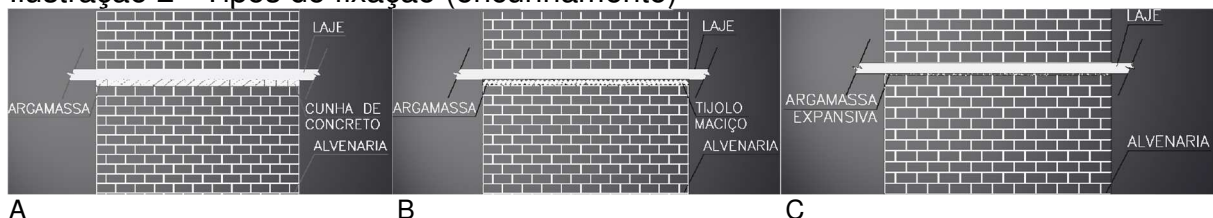
Ilustração 1 - Tipos de ligação entre pilar e alvenaria



Fonte: Thomaz, 2009

A fixação da parede (encunhamento) com as lajes ou vigas superiores deveriam ser realizadas apenas depois de construção e carregamento de toda estrutura, de modo que as deformações da estrutura já tenham ocorrido e não possam ser transmitidas para a parede. O tipo de fixação deve ser definido na fase de projeto dependendo do tipo da estrutura, muito ou pouco deformável. As fixações podem ser cunha de concreto (A), de tijolo maciço (B) ou de argamassa expansiva (C), como mostrado na ilustração 2.

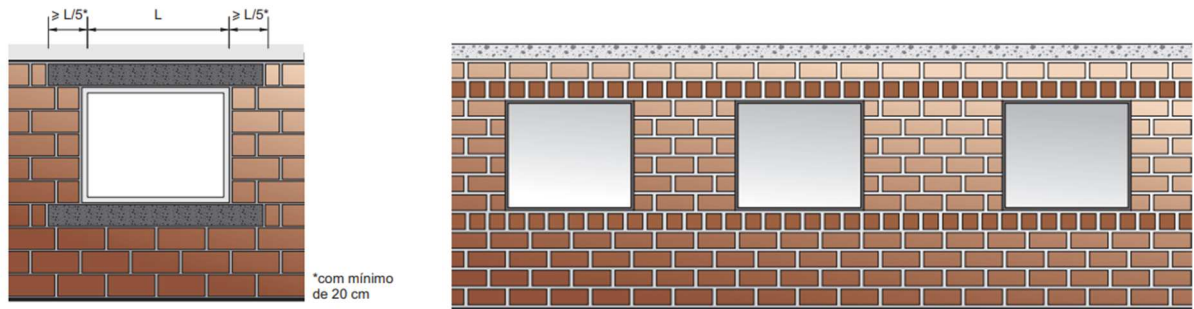
Ilustração 2 - Tipos de fixação (encunhamento)



Fonte: Caporrino, 2009

A inserção de vergas e contravergas é de suma importância, para absorção das tensões concentradas nas extremidades das aberturas dos vãos, com transpasse em de no mínimo 20 cm para cada lado do vão. No caso de vãos sucessivos, as vergas devem ser contínuas e dependendo do caso e da dimensão da janela as vergas e contravergas devem ser dimensionadas como vigas, conforme ilustração 3.

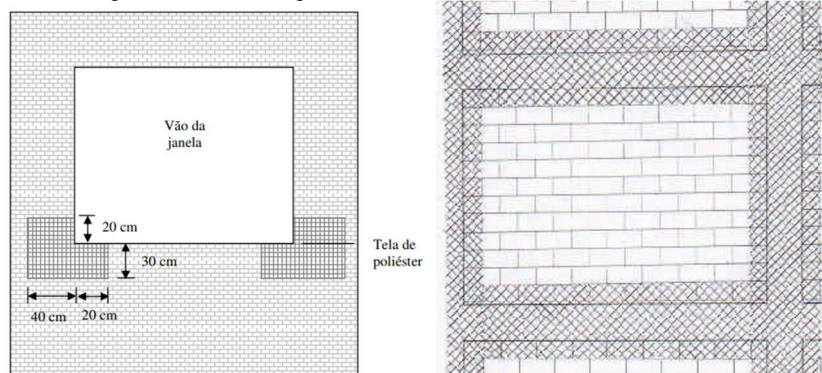
Ilustração 3 - Vergas e contravergas



Fonte: Thomaz, 2009

Na fase execução do revestimento argamassado recomenda-se o reforço com tela metálica ou plástica em algumas regiões que apresentam mais esforços solicitantes ou propícias a ocorrência de retração higroscópica mais acentuada como no encontro do pilar com parede e pilar com vigas e nos cantos das aberturas dos vãos. O reforço deve ser realizado com telas metálicas conforme ilustração 4.

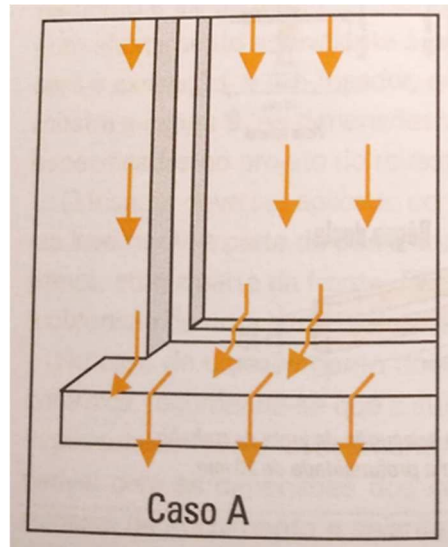
Ilustração 4 - Reforço com tela



Fonte: Nota de aula

O peitoril é um detalhe de projeto que protege a fachada da ação da chuva e deve ser detalhado corretamente, deve prolongar na lateral para dentro da alvenaria e ressaltar do plano da fachada pelo menos 2,5 cm, o caimento deve ser de 2 a 3%, no mínimo. Desta forma irá impedir o fluxo contínuo da água nos cantos das janelas, evitar o surgimento de manchas de umidade e de sujeira na fachada conforme mostra a ilustração 5.

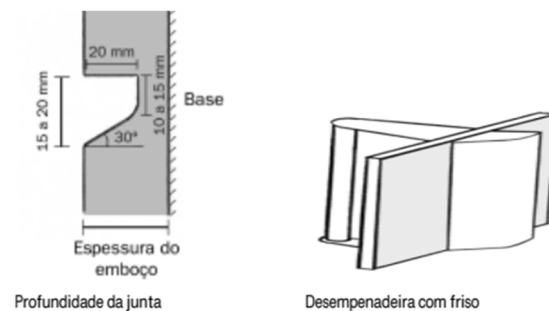
Ilustração 5 - Detalhe do peitoril



Fonte: Baía.

As juntas de trabalho devem ser previstas em projeto e executadas a cada pavimento e as verticais a cada 6 m, com o objetivo de diminuir as tensões provocadas pela movimentação da base ou do próprio revestimento. A localização da junta deve estar, preferencialmente, no encontro da alvenaria com a estrutura, no encontro de dois tipos de revestimento ou outras juntas já existentes, segundo Baía, 5ª edição.

Ilustração 6 - Junta de trabalho



Fonte: Manual de revestimentos - ABCP

Os detalhamentos apresentados, caso tivessem sido inseridos nos documentos da etapa de projetos e executados na etapa de execução da obra, poderiam ter ajudado a minimizar ou eliminar as patologias encontradas na edificação estudada.

Como sugestão para um trabalho futuro, pode-se realizar análise em outras edificações projetadas e construídas pela prefeitura municipal de Belo Horizonte - PMBH, para verificar se os problemas patológicos apresentados são similares aos aqui estudados e propor melhorias nos processos executivos de forma a minimizar ou eliminar esses tipos de patologias.

REFERÊNCIAS

- BAIA, Luciana Leone Maciel. SABBATINI, Fernando Henrique. **Projeto e Execução de Revestimentos de Argamassa**, 5ª ed. Nome da Rosa
- CAPORRINO, Cristina Fulan. **Patologias em alvenarias**. 2. ed. São Paulo. Oficina de textos, 2018.
- CARMO, Marco Antônio do. **Estudo da deterioração de marquises de concreto armado nas cidades de Uberlândia e Bambuí**. 139 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.
- CARRARO, Carolina Lemos. **Análise pós-obra de habitações de interesse social visando a identificação de manifestações patológicas**. 157 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.
- CEOTTO, Luiz Henrique. BANDUK, Ragueb C. NAKAKURA, Elza Hissae. **Revestimento de Argamassas Boas Práticas em Projeto, Execução e Avaliação**. Porto Alegre. Prolivos, 2005.
- FIGUEIREDO, Chenia Rocha. **Estudo da carbonatação em estruturas de concreto armado em Brasília: avaliação de pilares**. 218 f. Tese (Doutorado em Estruturas e Construção Civil) – Universidade de Brasília, Brasília, 2004.
- GONDIM, Felipe Land. **Estudo da interface entre o concreto e o material de reparo mediante microscopia**. 139 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005.
- GRANATO, José Eduardo. **Patologia das construções**. 2002. Publicado em 2018-09-01. Disponível em: <<https://docero.com.br/doc/n8esnn>>. Acesso em: 09 nov.2021.
- HELENE, Paulo. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1992.
- JORDÃO, Fernanda Ribeiro. **Caracterização de variáveis que influenciam na vida útil das estruturas de concreto**. 153 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.
- MORAES, Ana Carolina Lamego. **Recorrência de patologias em processos de ataque via cloreto em concreto armado**. 133 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.
- NUNES, Monique Coutinho. **Análise de desempenho dos métodos de recuperação de estruturas de concreto armado diagnosticadas com corrosão de armaduras**. 123 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

OLIVEIRA, Lisandra Braga de. **Avaliação da influência de juntas entre o material de reparo e o concreto antigo com relação à proteção da armadura**. 170 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade de Brasília, Brasília, 2001.

SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 2009.

SZLAK, Bruno e et al. **Manual de Revestimento de Argamassa**. Engenharia Civil, Universidade Federal de Juiz de Fora. ABPC

THOMAZ, Ercio et al. **Código de Práticas nº 01 Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos**. São Paulo, 2009

VAL, Júlio Gomes do. **Avaliação do desempenho de camada protetora em concreto submetido a meio quimicamente agressivo**. 69 f. Dissertação (Curso de Pós-Graduação em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

XAVIER, João Paulo Matos. **Influência de projetos e detalhes arquitetônicos em patologias de estruturas: estudo de caso**. 138 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade de Brasília, Brasília, 2010.