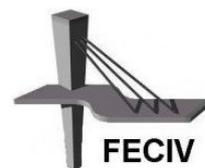




UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL



VICTOR HUGO PINHEIRO FIM

**PATOLOGIAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: INVESTIGAÇÃO EM
MARQUISES NA CIDADE DE UBERLÂNDIA-MG**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

UBERLÂNDIA
2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL

VICTOR HUGO PINHEIRO FIM

**PATOLOGIAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: INVESTIGAÇÃO EM
MARQUISES NA CIDADE DE UBERLÂNDIA-MG**

Artigo apresentado como requisito parcial à conclusão do curso de graduação em Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia Civil (FECIV) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Cabana Guterres

UBERLÂNDIA
2021

VICTOR HUGO PINHEIRO FIM

**PATOLOGIAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: INVESTIGAÇÃO EM
MARQUISES NA CIDADE DE UBERLÂNDIA-MG**

Artigo submetido ao Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil.

Uberlândia, 07/06/2021.

Banca Examinadora – Assinaturas

Prof. Dr. Paulo Roberto Cabana Guterres – UFU/MG
Orientador

Prof^a. Dr^a. Ana Carolina Fernandes Maciel – UFU/MG
Examinadora Interna

Prof. Dr. Antônio de Paulo Peruzzi – UFU/MG
Examinador Interno

Patologias da construção civil: investigação em marquises na cidade de Uberlândia-MG

Victor Hugo Fim¹; Paulo Roberto Cabana Guterres²

¹ Faculdade de Engenharia Civil – FECIV/UFU, Av. João Naves de Ávila, 2121 Campus Santa Mônica – Bloco 1Y - CEP: 38400-902 – Uberlândia – MG – Brasil; e-mail: victorhugofim@gmail.com

² Faculdade de Engenharia Civil – FECIV/UFU, Av. João Naves de Ávila, 2121 Campus Santa Mônica – Bloco 1Y - CEP: 38400-902 – Uberlândia – MG – Brasil; e-mail: paulo.guterres@ufu.br

RESUMO

As estruturas em marquise em concreto armado são lajes em balanço, que se projetam além do volume principal das edificações, tendo como primordial função proteger os usuários de intempéries. Desta forma, é primordial o entendimento e estudo das anomalias que cercam essa tipologia estrutural, levando-se em consideração seu método construtivo e suas atribuições. Neste trabalho, abordam-se conceitos a respeito de patologias em concreto armado, em um âmbito geral, para qualquer elemento, analisando as origens patológicas nas etapas de concepção, execução e manutenção estrutural. Consecutivamente, avaliam-se as principais manifestações patológicas observáveis em marquises. Além disso, realizou-se um estudo de caso, em cinco marquises da cidade de Uberlândia-MG, com o objetivo de mapear e inspecionar os eventos patológicos e suas causas, propiciando uma análise estatística das ocorrências, permitindo a associação dos acontecimentos. Os resultados obtidos apresentam clara negligência relacionada aos elementos de marquises, tanto na etapa de concepção, quanto execução e manutenção dessas estruturas.

Palavras-chave: patologias; marquises; anomalias; concreto armado.

ABSTRACT

The concrete awnings structures are cantilevered slabs, which project beyond the main volume of the buildings; and, assuming its main function to protect users from bad weather. Thus, it is essential to understand and study the anomalies surrounding this structural typology, taking into account its constructive method and attributions. In this work, concepts regarding pathologies in reinforced concrete are approached, in a general scope, for any element, analyzing the pathological origins in the stages of conception, execution and structural maintenance. Consecutively, it is evaluated as the main pathological manifestations observable in concrete awnings. In addition, a case study was carried out in five awnings in the city of Uberlândia-MG, which goal was mapping and inspecting pathological events and their causes, providing a statistical analysis of the occurrences, allowing an association of events. The results obtained show a clear neglect related to the elements of awnings, both in the design stage, as well as in the execution and maintenance of these structures.

Keywords: pathologies; marquees; anomalies; reinforced concrete.

1 INTRODUÇÃO

Sabbatini (2003) define as patologias em estruturas como a ciência que estuda as origens, causas, mecanismos de ocorrência, manifestações e consequências das situações em que os edifícios e suas partes deixam de apresentar o desempenho mínimo pré-estabelecido.

O estudo de patologias é de suma importância em todas as etapas de uma construção, desde a etapa de concepção de projetos, onde os profissionais devem tomar decisões que minimizem manifestações patológicas, assim como na fase executiva, mantendo um controle de qualidade de execução, de modo que falhas construtivas não gerem anomalias. Posteriormente, é imprescindível a utilização adequada da construção, assim como sua devida manutenção, respeitando os limites de utilização.

No entanto, o aprendizado da engenharia de estruturas aborda prioritariamente conteúdos relacionados à projeção e execução de estruturas a serem construídas, não dando devida importância à problemática do comportamento estrutural ao longo do tempo nem à necessidade de reabilitar e manter estruturas existentes. (RIPPER; SOUZA, 2009)

Segundo Vasconcelos (2005), o concreto armado foi implantado no Brasil no início do século XX, tendo sua primeira grande aparição na construção de seis prédios no Rio de Janeiro em 1904. Desde então esse método construtivo se popularizou no Brasil dominando a construção civil do século XX, mantendo-se até os dias atuais como o principal sistema utilizado e conseqüentemente sendo o método construtivo mais suscetível ao surgimento de patologias.

Dentre os elementos estruturais em concreto armado, as marquises, estruturas em balanço com a finalidade de proteger passeios públicos de intempéries, figuram como um dos que mais sofrem manifestações patológicas, que necessitam de atenção, muitas vezes negligenciada, gerando danos que podem levá-las à ruína. Todos os anos ocorrem dezenas de acidentes envolvendo queda de marquises em todo o Brasil, como exemplos, em novembro de 2019 um jovem de 21 anos ficou ferido após a marquise de um ponto de ônibus desabar. Nesse mesmo mês, em São Paulo, a queda da marquise de um edifício residencial culminou na morte de um jovem de 17 anos, deixando outro ferido.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como principal objetivo levantar e mapear as patologias presentes nas marquises analisadas, através de inspeção visual, para que em seguida sejam averiguadas as causas e profilaxias. Pretende-se analisar problemas como microfissuras, fissuras, rachaduras, fadigas, flechas, infiltrações, falhas de concretagem, imperfeições no sistema de estanqueidade e uso impróprio da estrutura.

2.2 Objetivos específicos

- a) Reconhecer e compreender possíveis patologias em estruturas de concreto armado, assim como suas causas e efeitos, com ênfase nas estruturas em marquises;
- b) Identificar e analisar marquises em concreto armado na cidade de Uberlândia-MG, que possuam manifestações patológicas, através de visitas técnicas aos locais, com aporte de registros fotográficos;
- c) A partir das visitas e registros fotográficos, catalogar as anomalias encontradas nas estruturas, identificar suas origens e possíveis desdobramentos;
- d) Propor medidas preventivas para os processos que, realizados de forma indevida, originaram patologias.

3 CONCEITUAÇÃO

Helene (2003) define patologia do concreto armado como a ciência que estuda os sintomas, mecanismos, causas e origens dos problemas patológicos encontrados nas estruturas de concreto armado. Sendo que, para qualquer dano, podem existir diversos fatores determinantes. Tais fatores podem causar desde pequenas infiltrações até o colapso da estrutura.

Geralmente, casos de acidentes catastróficos como, por exemplo, prédios que vão à ruína, não obedecem apenas uma origem, mas sim várias que, atuando concomitantemente, acabam levando a estrutura ao colapso. Não é difícil encontrar estruturas nas quais foram cometidos diversos erros em qualquer uma das etapas e mesmo assim não apresentam grandes danos. Do contrário, podem-se encontrar estruturas que apresentem grandes danos que reduzem a resistência e, conseqüentemente, a vida útil do edifício.

As manifestações patológicas podem ser decorrentes de falhas nas etapas de concepção, execução ou manutenção da estrutura.

3.1 Patologias decorrentes de falhas na etapa de concepção da estrutura

Conforme Helene (2003) a etapa de idealização de uma edificação engloba dois subprocessos, a etapa de planejamento, onde se define a função da edificação, determinada pela necessidade do usuário e a etapa de projeto, onde a função e o desempenho devem se relacionar tecnicamente. Nessa fase são escolhidos os métodos construtivos e materiais a serem utilizados, bem como o projeto de estrutura.

A falta de critério e uma má definição das ações atuantes na edificação como, por exemplo, escolha inadequada do modelo analítico, deficiência de cálculo da estrutura ou da avaliação da capacidade portante do solo, incompatibilidade do projeto arquitetônico com os demais (estrutural, hidráulico, elétrico, etc.), seleção inadequada de materiais, má execução, desrespeitando as normas técnicas de projeto e execução, erros de dimensionamento, especificação do cobrimento incorreto das armaduras em estruturas de concreto, de acordo com a agressividade do ambiente dentre outros, são exemplos de falha de conduta e profissionalismo que acabam gerando diversos problemas patológicos futuros. Todas estas implicações ocorrem durante a fase de concepção do projeto, daí a importância desta fase do processo relacionada com o não surgimento de patologias (PINA, 2013).

Estudos mostram que um elevado percentual das manifestações patológicas nas edificações é originado nas fases de planejamento e projeto. Essas falhas são geralmente mais graves que as relacionadas à qualidade dos materiais e aos métodos construtivos (HELENE, 2003).

Souza e Ripper (2009) indicam que os empecilhos e custos para recuperar uma estrutura com danos decorrentes de falhas na fase de concepção de projeto são diretamente proporcionais à antiguidade da falha. Em suma, quanto mais antiga é a falha, mais penoso e oneroso serão as medidas para corrigi-la.

3.2 Patologias decorrentes de falhas na etapa de execução da estrutura

Finalizada a etapa conceitual, dá-se início à etapa executiva. Todos os processos que envolvem a execução de uma obra devem ser levados com devida importância.

O canteiro de obras deve ser planejado de forma a garantir boas condições de trabalho à mão de obra, assim como a armazenagem e manuseio adequado dos materiais. A qualidade da mão de obra deve ser considerada, uma vez que falhas construtivas são decorrentes de desqualificação da equipe ou ausência de treinamento.

Além da armazenagem adequada deve-se garantir o bom controle de qualidade dos materiais propostos na fase conceitual, desde a busca por insumos e fornecedores normatizados e certificados até o momento do recebimento desses, onde devem ser inspecionados previamente à utilização.

Na área da construção civil, a inadequação na execução do projeto, a falta de capacitação da mão de obra; bem como o uso de materiais de baixa qualidade, causam patologias durante a fase da construção e outras que se manifestam após a entrega do produto edificação (PINA, 2013).

Além disso, todos os responsáveis técnicos, assim como o mestre de obras devem ser qualificados, conhecer e compreender o projeto executivo e o cronograma, assim como os processos construtivos. Falhas na ordem executiva, análise e interpretação do projeto podem causar uma série de manifestações patológicas futuras.

Quanto à execução, propriamente dita, devem ser utilizados processos de controle de qualidade que minimizem possibilidades de erros, como documentar procedimentos operacionais que indicam o passo a passo executivo e fichas de verificação de serviço indicando os requisitos mínimos de aprovação. Por fim deve ser feito o acompanhamento e fiscalização da obra de forma que erros sejam prevenidos ou mesmo detectados em tempo hábil, de maneira que sejam corrigidos antes de dar sequência a outros procedimentos.

A partir do instante em que é iniciada a construção, a mesma já está suscetível à ocorrência de falhas das mais diversas naturezas, associadas a causas variadas como falta de mão de obra qualificada, controle de qualidade praticamente inexistente, execução da obra com pouca qualidade, péssimas condições de trabalhos para os funcionários, materiais de segunda linha, irresponsabilidade técnica dos responsáveis e até mesmo sabotagem. Podem-se citar, como exemplos de patologias geradas por erros na execução de estruturas de concreto armado, trincas em vigas devidas à falta de barras de aço, trincas de elementos estruturais devido ao mau escoramento das formas, falhas no concreto devido a precária vibração (TAKATA, 2009).

3.3 Patologias decorrentes de falha na etapa de manutenção da estrutura

Posterior à finalização e entrega de uma edificação, ainda que sem falhas construtivas ou de concepção, a utilização inadequada dessa ainda pode gerar danos patológicos.

Segundo a NBR 5674 (2012), os elementos estruturais são projetados para determinada função e vida útil, ou seja, para um intervalo de tempo ao longo do qual a uma edificação e suas partes constituintes atendem aos requisitos funcionais para os quais foram projetadas.

Entretanto, são frequentes os casos onde edificações são retiradas de serviço antes do cumprimento de sua vida útil projetada, por conta de negligência e/ou mesmo ignorância em relação aos cuidados para a manutenção e utilização das estruturas.

Souza e Ripper (2009) indicam que as principais causas de falhas na fase de utilização da estrutura são decorrentes de ações de imperícias advindas da ausência de conhecimento técnico dos usuários. Para isso ser evitado é essencial o conhecimento a respeito do manual de operação, uso e manutenção. Documento que reúne as informações necessárias para orientar essas atividades, com a finalidade de garantir a vida útil projetada para a estrutura.

Os principais fatores que ocasionam manifestações patológicas nessa fase são alterações estruturais, sobrecargas exageradas, alteração nas condições do terreno e falhas nos sistemas de drenagem e escoamento de água.

3.4 Origens das patologias

Segundo Souza e Ripper (2009), ao analisar uma estrutura com manifestações patológicas, é de extrema importância entender o porquê esta se desenvolveu. Entender a origem da deterioração é absolutamente necessário para serem feitos os reparos adequados. Além disso, é possível garantir que, após reparada, a estrutura não volte a sofrer da mesma deterioração.

Há diversos processos de deterioração das estruturas, o estudo do tema está em constante evolução. Para este fim, classificam-se as origens em causas intrínsecas (inerentes às estruturas) e extrínsecas (externas ao corpo estrutural). Ambas origens podem ser resultado de falhas humanas, causas naturais próprias ao material concreto e ações externas.

3.4.1 Causas intrínsecas

Classificam-se como causas intrínsecas aos processos de deterioração das estruturas de concreto que são inerentes às próprias estruturas (entendidas estas como elementos físicos), ou seja, todas as que têm sua origem nos materiais e peças estruturais durante as fases de execução e/ou de utilização das obras, por falhas humanas, por questões próprias ao material concreto e por ações externas, acidentes inclusive (RIPPER; SOUZA, 2009).

Na Tabela 1 apresentam-se as principais causas intrínsecas aos processos de deterioração das estruturas de concreto armado.

Tabela 1 – Causas intrínsecas

FALHAS HUMANAS DURANTE A CONSTRUÇÃO	DEFICIÊNCIAS DE CONCRETAGEM	<ul style="list-style-type: none"> - Transporte - Lançamento - Juntas de concretagem - Adensamento - Cura
	INADEQUAÇÃO DE ESCORAMENTOS E FORMAS	
	DEFICIÊNCIA NAS ARMADURAS	<ul style="list-style-type: none"> - Má interpretação dos projetos - Insuficiência de armadura - Mau posicionamento das armaduras - Cobrimento de concreto insuficiente - Dobramento inadequado das barras - Deficiência nas ancoragens - Deficiência nas emendas - Má utilização de anticorrosivos
	UTILIZAÇÃO INCORRETA DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> - f_{ck} inferior ao especificado - Aço diferente do especificado - Solo com características diferentes - Utilização de agregados reativos - Utilização inadequada de aditivos - Dosagem inadequada do concreto
	INEXISTÊNCIA DE CONTROLE DE QUALIDADE	
FALHAS HUMANAS DURANTE A UTILIZAÇÃO (AUSÊNCIA DE MANUTENÇÃO)		
CAUSAS NATURAIS	CAUSAS PRÓPRIAS À ESTRUTURA POROSA DO CONCRETO	
	CAUSAS QUÍMICAS	<ul style="list-style-type: none"> - Reações internas ao concreto - Expansibilidade de constituintes do cimento - Presença de cloretos - Presença de ácidos e sais - Presença de anidrido carbônico - Presença de água - Elevação da temperatura interna do concreto
	CAUSAS FÍSICAS	<ul style="list-style-type: none"> - Variação de temperatura - Insolação - Vento - Água
	CAUSAS BIOLÓGICAS	

Fonte: Souza e Ripper (2009).

3.4.2 Causas extrínsecas

As causas extrínsecas de deterioração da estrutura são as que independem do corpo estrutural em si, assim como da composição interna do concreto, ou de falhas inerentes ao processo de execução, podendo, de outra forma, ser vista como os fatores que atacam a estrutura “de fora para dentro”, durante as fases de concepção ou ao longo da vida útil desta (RIPPER; SOUZA, 2009). A Tabela 2 pode ser utilizada para auxiliar a compreender as causas extrínsecas.

Tabela 2 – Causas extrínsecas

FALHAS HUMANAS DURANTE O PROJETO	<ul style="list-style-type: none"> - Modelização inadequada da estrutura - Má avaliação das cargas - Detalhamento errado ou insuficiente - Inadequação ao ambiente - Incorreção na interação solo-estrutura - Incorreção na consideração de juntas de dilatação
FALHAS HUMANAS DURANTE A UTILIZAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> - Alterações estruturais - Sobrecargas exageradas - Alteração das condições do terreno de fundação
AÇÕES MECÂNICAS	<ul style="list-style-type: none"> - Choque de veículos - Recalque de fundações - Acidentes (ações imprevisíveis)
AÇÕES FÍSICAS	<ul style="list-style-type: none"> - Variação de temperatura - Insolação - Atuação da água
AÇÕES QUÍMICAS	
AÇÕES BIOLÓGICAS	

Fonte: Souza e Ripper, (2009).

3.5 Patologias em marquises

Marquises são, essencialmente, coberturas com laterais livres, em balanço, que se projetam além dos fechamentos verticais das edificações. Sua principal função é proteger os usuários da região externa à construção de intempéries, como a chuva e insolação.

Em decorrência de sua função, marquises estão constantemente expostas às ações naturais, este fator, somado a um cenário onde são projetadas e executadas com ineficientes/inexistentes métodos de proteção contra intempéries, faz com que surjam diversas patologias.

Além disso, as marquises comumente abrigam cargas além das previstas em projeto, como placas de publicidade, unidades condensadoras de ar condicionado, peso além do

estimado, e muitas vezes os elementos de fixação destes itens na marquise também geram danos, pois, perfuram a laje e na maioria dos casos as perfurações não são tratadas.

3.5.1 Fissuras

Fissuras em estruturas de concreto armado são aberturas superficiais, que afetam o elemento estrutural tornando-se um facilitador para a entrada de agentes agressivos à estrutura.

Conforme a NBR 9575 (2010), as fissuras são definidas como aberturas até 0,5mm; trincas entre 0,50mm a 1,00 mm; rachaduras de 1,00mm a 1,5mm e fendas para as aberturas acima de 1,50mm.

Em todas as construções, que tem sua estrutura executada em concreto, fissuras podem surgir depois de anos, dias ou mesmo horas. As causas destas fissuras são várias e de diagnóstico difícil. O termo fissura é utilizado para designar a ruptura ocorrida no concreto sob ações mecânicas ou físico-químicas (FIGUEIREDO, 2005).

A fissuração pode ser considerada a patologia que mais ocorre, ou pelo menos que chama mais atenção dos proprietários (RIPPER; SOUZA, 2009).

Thomaz (1989) destaca diversos fatores que podem causar fissuras em uma estrutura de concreto armado, dentre as principais causas temos: sobrecarga ou retração de tensões, deformação excessiva do concreto, retração dos materiais de construção, movimentação de formas e escoramento, variações de temperatura e umidade.

3.5.2 Infiltrações

Infiltração é o nome dado ao processo pelo qual um fluido penetra nos interstícios de corpos sólidos. No caso de estruturas em concreto, infiltrações nada mais são do que a entrada de água no interior do concreto.

As fissuras possuem relação direta com as infiltrações, as aberturas no concreto facilitam a passagem da água para o interior da estrutura, ao mesmo tempo que, a passagem de água pelo concreto também colabora para o agravamento da fissuração.

A principal causa de infiltrações nas marquises é a ausência e/ou falha do sistema de impermeabilização, facilitando a entrada de água na estrutura, somado a problemas relacionados ao escoamento que resultam no acúmulo do líquido sobre a marquise.

A umidade age como um meio necessário para que grande parte das manifestações patológicas em construções ocorra. Ela é fator principal para o aparecimento de eflorescências,

bolores, deterioração de pinturas, de rebocos e, em casos mais extremos, ela pode ser a causa de acidentes estruturais (VERÇOZA, 1991).

Segundo Guterres (2016) a umidade pode ser proveniente de intempéries, através da penetração das chuvas, da condensação do vapor de água existente no ambiente, em contato com superfícies frias, da água presente no solo e contida nos próprios materiais que compõem a construção.

3.5.3 Eflorescências e Criptoflorescências

Os edifícios, antigos ou contemporâneos, são constituídos de materiais porosos (pedras, tijolos, argamassas, concretos...), os quais quando submetidos ao convívio de umidade e sais solúveis, podem, comumente, manifestar a anomalia de recristalização destes sais. Quando esta recristalização se dá na superfície externa dos paramentos, formando uma película visível e esbranquiçada, chamamos de eflorescência. Porém, este mecanismo de nova formação de cristais de sal pode, conforme as características e comportamento dos materiais; ocorrer dentro poros; principalmente, na zona de contato entre o substrato e o revestimento de reboco; neste caso, chamamos esta anomalia de criptoflorescência (subflorescência) (GUTERRES, 2016).

Quimicamente, conforme Uemoto (1985), a eflorescência é constituída por sais de metais alcalinos, como o sódio e potássio, ou de metais alcalinoterrosos como cálcio e magnésio, em todos os casos, estes sais são solúveis em água, mesmo que parcialmente. A água em contato com o interior do elemento, dissolvendo os sais presentes nele. Depois disso a solução migra para a superfície e, a partir do processo de evaporação, resta um depósito salino sobre o elemento.

As eflorescências causam mau aspecto na estrutura pela diferença de cor entre o sal e a superfície, além disso, o fenômeno das criptoflorescências também pode ocasionar o deslocamento do reboco em relação à estrutura.

3.5.4 Corrosão da armadura

A corrosão das armaduras é uma das principais manifestações patológicas, sendo a responsável por grandes prejuízos nas estruturas de concreto armado. A corrosão do aço é a sua transformação em $Fe(OH)_n$, podendo ser o $Fe(OH)_2$, o hidróxido ferroso, e também pode ser o $Fe(OH)_3$, hidróxido férrico. Este hidróxido é a ferrugem, material fraco que não tem aderência,

e aumenta de volume à medida que se forma em até dez vezes com relação ao volume do aço que lhe deu origem (CÁNOVAS, 1988).

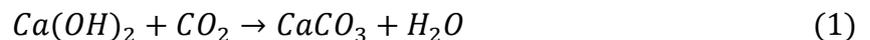
Apesar do aumento de volume na região corroída, a seção transversal útil da barra nessa área diminui, além de ocorrer redução na tensão de escoamento e ductilidade do aço.

Em elementos estruturais onde o aço sofreu processo de corrosão, o aumento de volume da armadura resulta em tensões internas que o concreto não resiste. Desta forma formam-se fissuras, resultando em uma superfície de contato ainda maior entre a armadura e o ambiente externo, que agravam o processo de corrosão, chegando a ocasionar a desagregação do concreto.

3.5.5 Carbonatação

Segundo Figueiredo (2005), a carbonatação é um processo físico-químico ocasionado pela dissolução do CO_2 presente no ar atmosférico, na própria umidade do concreto hidratado, se estendendo por entre os poros e fissuras.

Dessa forma, o CO_2 reage com os álcalis do cimento, principalmente o hidróxido de cálcio, resultando carbonato de cálcio, conforme equação (1)



O grande problema da carbonatação, de acordo com Souza e Ripper (2009) ocorre pelo fato de que o carbonato de cálcio reduz drasticamente o pH inicial do concreto, de valores entre 12 e 14 para números abaixo de 9, tornando a região que sofreu carbonatação um ambiente mais ácido.

Com o avanço da carbonatação seguindo através dos poros e fissuras, pode ocorrer contato da região carbonatada com a armadura, iniciando um processo de despassivação, que acarreta início da corrosão do aço.

3.5.6 Bolor

Bolor é a manifestação de fungos filamentosos, que não formam estruturas semelhantes cogumelos.

Para Alucci, Flauzino e Milano (1988) o desenvolvimento de bolor em edificações pode ser considerado como um grande problema de grandeza e econômica, comum em regiões tropicais. Essa patologia provoca alterações na superfície, exigindo recuperação ou mesmo a necessidade refazer os revestimentos, gerando gastos.

Os fungos necessitam de alto teor de umidade para se desenvolver, sendo a principal forma de umidade que colabora para a formação do bolor são aquelas onde não há escoamento superficial como, por exemplo, a aquosidade proveniente de infiltrações e condensação.

Para se evitar que o bolor aconteça nas edificações, já na fase de projeto, medidas devem ser tomadas. Essas medidas visam garantir uma ventilação, iluminação e insolação adequada aos ambientes, assim como idealizar a diminuição de risco de condensação nas superfícies internas dos componentes e também evitar riscos de infiltração de água através de paredes, pisos e/ou tetos, (Alucci, Flauzino e Milano, 1988).

3.5.7 Deslocamento e descascamento de revestimento

As criptoflorescências são um dos principais causadores dos deslocamentos e descascamentos de revestimento.

Tratando-se dos descascamentos de revestimentos de pintura, a preparação para aplicação é fundamental, a não utilização de fundo preparatório ou a aplicação da tinta sobre superfície empoeirada, ou mesmo com excesso de umidade são exemplos de preparações ineficientes que podem causar descascamento do revestimento.

Além disso, a falta de manutenção aliada à incidência solar pode craquelar uma tinta de pouca elasticidade, má qualidade, ou com aplicação em local inadequado, por exemplo, tintas com recomendações para ambientes internos, em faces de contato com intempéries.

3.5.8 Desagregação de concreto

Um dos principais fatores que causam desagregação no concreto de estruturas está relacionado à corrosão da armadura.

Além disso, falhas na etapa executiva das estruturas podem ocasionar desagregação, como a própria execução do concreto rodado em obra, quando executado com proporções inadequadas de seus componentes, não sendo misturado suficientemente na betoneira, ou mesmo excessivamente ao ponto dos materiais começarem a se separar.

Outros processos executivos ineficientes podem colaborar para a desagregação, como processo de adensamento do concreto, tanto a insuficiência quanto o excesso de vibração podem ocasionar esse evento patológico.

4 ESTUDO DE CASO

Com a finalidade de identificar manifestações patológicas, assim como suas causas e efeitos, foram feitas inspeções visuais em cinco marquises da cidade de Uberlândia. A medida que se realizavam as inspeções, foram realizados os registros fotográficos, com a finalidade de apresentar os eventos patológicos observados, bem como situações de má utilização das marquises.

Vale ressaltar a dificuldade de registrar a face superior de algumas marquises, tanto pela falta de acesso pelas edificações, que permitissem um registro satisfatório, quanto pelo momento pandêmico da COVID-19, vivido durante a execução desse trabalho, o que dificultou a permissão de visitas em alguns imóveis.

As localizações apresentadas serão apenas com a finalidade de referenciar as marquises, não sendo expostas a localidade exata das edificações, bem como o nome dos empreendimentos, com a finalidade de preservar os objetos de estudo de exposições além da finalidade de análises técnicas.

Foi elaborado um modelo de questionário, para guiar o estudo de caso, bem como apresentar os dados coletados.

Tabela 3 – Questionário Modelo

MARQUISE ANALISADA	
ENDEREÇO	Rua, Bairro
CARACTERIZAÇÃO	Características gerais da edificação
FUNÇÃO	Função realizada pela marquise
MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	Manifestações Causas
OBSERVAÇÕES	Observações gerais

Fonte: Autor (2021).

4.1 Marquise A

Tabela 4 – Questionário Marquise A

MARQUISE A	
ENDEREÇO	Avenida Liberdade, Altamira
CARACTERIZAÇÃO	Ponto de ônibus, onde as características construtivas da estrutura definem a própria marquise, apresentando-se como principal elemento estrutural
FUNÇÃO	Abrigar e proteger de intempéries os usuários do sistema de transporte público
MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	<ul style="list-style-type: none"> - Descascamento de revestimento - Armadura exposta, em corrosão - Desagregação do concreto - Fissuras - Bolor e sujidade - Infiltrações - Carbonatação - Criptoflorescência <ul style="list-style-type: none"> - Ausência de manutenção - Falha no sistema de drenagem, gerando acúmulo de água na parte superior da marquise - Falha do sistema de impermeabilização, ineficiente e/ou inexistente - Exposição constante ao sol sem elementos de proteção térmica - Cobrimento insuficiente da armadura - Inexistência ou ineficiência de pingadeiras nas bordas da marquise - Falha no tratamento dos pinos de ancoragem
OBSERVAÇÕES	As presenças de pinos de ancoragem, executados para permitir o içamento e transporte de elementos pré-moldados, geraram fissuras na estrutura, no entorno destes pinos e, pela inexistência de tratamento localizado no entorno desses suportes determinaram infiltrações e o agravamento da patologia ao longo do tempo, de tal forma a gerar desagregação do concreto e corrosão de armadura, a ponto de causar uma perda de massa (buraco) na marquise, que além de ser um dano sério à estrutura, também gera um problema de utilização, onde a proteção dos usuários do sistema público de transportes fica comprometida parcialmente.

Fonte: Autor (2021).

Figura 1– Marquise A



Fonte: Autor (2021).

Figura 2 – Descascamento, desagregação, carbonatação e armadura exposta



Fonte: Autor (2021).

Figura 3 – Bolor/sujidade, desagregação e armadura exposta, face inferior e superior



Fonte: Autor (2021).

4.2 Marquise B

Tabela 5 – Questionário Marquise B

MARQUISE B	
ENDEREÇO	Rua Euler Lannes Bernardes, Santa Mônica
CARACTERIZAÇÃO	Edificação em dois pavimentos, sendo o térreo um empreendimento comercial e o primeiro pavimento com função habitacional
FUNÇÃO	Abrigar e proteger de intempéries os usuários do passeio público.
MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	<ul style="list-style-type: none"> - Descascamento de revestimento - Fissuras - Bolor e sujidades - Infiltrações - Estalactites - Eflorescências <ul style="list-style-type: none"> - Ausência de manutenção - Exposição constante ao sol sem elementos de proteção térmica - Falha do sistema de impermeabilização, ineficiente e/ou inexistente - Cobrimento insuficiente da armadura - Inexistência ou ineficiência de pingadeiras nas bordas da marquise
OBSERVAÇÕES	Não há sobrecargas na marquise, as perfurações na estrutura para instalação da cerca elétrica e para a luminária não aparentam causar grandes impactos. A principal causa de manifestações patológicas observadas é a ausência de manutenção, além da utilização de materiais inadequados para áreas externas, ou mesmo aplicados de forma ineficiente gerando uma grande área com descascamento no revestimento da marquise.

Fonte: Autor (2021).

Figura 4 – Bolor, descascamento de revestimento, infiltrações e eflorescências



Fonte: Autor (2021).

4.3 Marquise C

Tabela 6 – Questionário Marquise C

MARQUISE C	
ENDEREÇO	Avenida Floriano Peixoto, Centro.
CARACTERIZAÇÃO	Edificação em dois pavimentos, comercial, sendo o térreo para acesso do público para comercialização e o pavimento superior destinado a utilização como depósito.
FUNÇÃO	Abrigar e proteger de intempéries os usuários do passeio público, além de suportar cargas adicionais, não previstas em projeto, de publicidade.
MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	<ul style="list-style-type: none"> - Descascamento de revestimento - Fissuras - Bolor e sujidades - Infiltrações - Eflorescências - Crescimento de vegetação <ul style="list-style-type: none"> - Ausência de manutenção; - Exposição constante ao sol sem elementos de proteção térmica; - Falha do sistema de impermeabilização, ineficiente e/ou inexistente; - Cargas adicionais além das previstas em projeto; - Falha no sistema de drenagem, gerando acúmulo de água na parte superior da marquise; - Ponto de luminária sem vedação.
OBSERVAÇÕES	A falha ou inexistência de um sistema de drenagem gera um acúmulo de água na parte superior da marquise, entrando em contato com o interior da estrutura através de fissuras e das perfurações na estrutura para fixar os elementos de sustentação da placa publicitária, a qual adiciona carga por peso da própria estrutura publicitária e a ação do vento fica intensificada. Além disso, o acúmulo de água causa, também, uma sobrecarga na estrutura. Por fim, parte desta água acumulada passa por uma perfuração na estrutura para recebimento de uma luminária, que não foi vedada, gerando um problema de utilização, onde a proteção do passeio público contra intempéries fica comprometida.

Fonte: Autor (2021).

Figura 5 – Marquise C



Fonte: Autor (2021).

Figura 6 – Acumulo de água, fixação da placa publicitaria e crescimento de vegetação



Fonte: Autor (2021).

Figura 7 – Ponto de luz sem vedação, gerando gotejamento sobre a calçada



Fonte: Autor (2021).

4.4 Marquise D

Tabela 7 – Questionário Marquise D

MARQUISE D			
ENDEREÇO	Avenida Floriano Peixoto, Centro.		
CARACTERIZAÇÃO	Edificação em dois pavimentos, comercial, sendo o térreo para acesso do público para comercialização e o pavimento superior destinado a utilização como depósito, cozinha e para utilização comercial		
FUNÇÃO	Abrigar e proteger de intempéries os usuários do passeio público, além de suportar cargas adicionais, não previstas em projeto, de publicidade.		
MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> - Descascamento de revestimento - Fissuras - Bolor e sujidades - Infiltrações - Armadura exposta - Carbonatação - Desagregação de concreto - Eflorescências </td> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> - Ausência de manutenção - Cargas adicionais além das previstas em projeto - Falha do sistema de impermeabilização, ineficiente e/ou inexistente - Falhas construtivas - Falta de pingadeira - Ponto de luminária sem vedação </td> </tr> </table>	<ul style="list-style-type: none"> - Descascamento de revestimento - Fissuras - Bolor e sujidades - Infiltrações - Armadura exposta - Carbonatação - Desagregação de concreto - Eflorescências 	<ul style="list-style-type: none"> - Ausência de manutenção - Cargas adicionais além das previstas em projeto - Falha do sistema de impermeabilização, ineficiente e/ou inexistente - Falhas construtivas - Falta de pingadeira - Ponto de luminária sem vedação
<ul style="list-style-type: none"> - Descascamento de revestimento - Fissuras - Bolor e sujidades - Infiltrações - Armadura exposta - Carbonatação - Desagregação de concreto - Eflorescências 	<ul style="list-style-type: none"> - Ausência de manutenção - Cargas adicionais além das previstas em projeto - Falha do sistema de impermeabilização, ineficiente e/ou inexistente - Falhas construtivas - Falta de pingadeira - Ponto de luminária sem vedação 		
OBSERVAÇÕES	Nota-se com clareza falhas construtivas que levaram à exposição de armadura, onde o cobrimento da mesma não possui espessura suficiente, por ausência de espaçadores ou mesmo falha no posicionamento da armadura.		

Fonte: Autor (2021).

Figura 8 – Marquise D



Fonte: Autor (2021).

Figura 9 – Corrosão, desagregação, eflorescência, bolor e descascamento.



Fonte: Autor (2021).

Figura 10 – Armadura exposta, desagregação, eflorescência e/ou carbonatação.



Fonte: Autor (2021).

4.5 Marquise E

Tabela 8 – Questionário Marquise E

MARQUISE E			
ENDEREÇO	Avenida Floriano Peixoto, Centro.		
CARACTERIZAÇÃO	Edificação comercial térrea.		
FUNÇÃO	Abrigar e proteger de intempéries os usuários do passeio público, além de suportar cargas adicionais, não previstas em projeto, de publicidade, além de um suporte para fixação de toldo.		
MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> - Descascamento de revestimento - Fissuras - Bolor e sujidades - Infiltrações - Armadura exposta - Eflorescências - Carbonatação - Desagregação de concreto - Rachadura transversal à profundidade (balanço) da marquise </td> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> - Ausência de manutenção - Cargas adicionais além do peso próprio da estrutura - Cobrimento insuficiente da armadura; - Falha do sistema de impermeabilização, ineficiente e/ou inexistente - Falhas construtivas - Falha no tratamento dos pinos de sustentação de toldos </td> </tr> </table>	<ul style="list-style-type: none"> - Descascamento de revestimento - Fissuras - Bolor e sujidades - Infiltrações - Armadura exposta - Eflorescências - Carbonatação - Desagregação de concreto - Rachadura transversal à profundidade (balanço) da marquise 	<ul style="list-style-type: none"> - Ausência de manutenção - Cargas adicionais além do peso próprio da estrutura - Cobrimento insuficiente da armadura; - Falha do sistema de impermeabilização, ineficiente e/ou inexistente - Falhas construtivas - Falha no tratamento dos pinos de sustentação de toldos
<ul style="list-style-type: none"> - Descascamento de revestimento - Fissuras - Bolor e sujidades - Infiltrações - Armadura exposta - Eflorescências - Carbonatação - Desagregação de concreto - Rachadura transversal à profundidade (balanço) da marquise 	<ul style="list-style-type: none"> - Ausência de manutenção - Cargas adicionais além do peso próprio da estrutura - Cobrimento insuficiente da armadura; - Falha do sistema de impermeabilização, ineficiente e/ou inexistente - Falhas construtivas - Falha no tratamento dos pinos de sustentação de toldos 		
OBSERVAÇÕES	A manifestação patológica que mais chama atenção na marquise analisada é a rachadura perpendicular ao engaste. Como não há projeto nem anotações fidedignas da referida construção, buscou-se informações com os atuais utentes, porém, essas não representam resultados tecnicamente aceitáveis ao caso. Com isso é possível indicar possíveis causas à anomalia identificada: o surgimento da rachadura pode advir de falhas construtivas ocorridas durante a etapa de concretagem. Estas falhas podem ser: 1 - Concretagem da marquise em duas etapas, onde o final da primeira etapa não preparou o início da segunda concretagem, determinando assim, uma não continuidade/colagem nas partes concretadas. 2 – Impacto indevido nas escoras de sustentação provisória durante a cura/secagem da estrutura. 3 – Retirada de forma prematura e em sequência inadequada das escoras.		

Fonte: Autor (2021).

Figura 11 – Marquise E



Fonte: Autor (2021).

Figura 12 – Descascamento de revestimento, desagregação de concreto, armadura exposta, bolor e rachadura



Fonte: Autor (2021).

5 DISCUSSÕES E RESULTADOS

A Tabela 9 apresenta-se resumo de ocorrências das manifestações patológicas observadas nas marquises analisadas.

Tabela 9 – Resumo de manifestações patológicas

EVENTO ANALISADO	MARQUISES ANALISADAS					OCORRÊNCIA
	A	B	C	D	E	
Fissuras	x	x	x	x	x	100%
Rachaduras					x	20%
Infiltrações	x	x	x	x	x	100%
Eflorescências e/ou criptoflorescências	x	x	x	x	x	100%
Carbonatação	x			x	x	60%
Armadura exposta e corroída	x			x	x	60%
Bolor e Sujidades	x	x	x	x	x	100%

Descascamento/Desplacamento de revestimento	x	x	x	x	x	100%
Desagregação de concreto	x			x	x	60%
Presença de vegetação			x			20%

Fonte: Autor (2021).

A partir dos dados analisados nota-se que em 100% das marquises investigadas houve a ocorrência de fissuras, infiltrações, eflorescências e/ou criptoflorescências, descascamento e/ou deslocamento de revestimento e presença de bolor e sujidades.

Esse resultado e a relação entre estas patologias ocorre de maneira lógica, conforme apresentado na revisão bibliográfica presente no Item 3.2.

As fissuras possuem relação direta com as infiltrações, à medida que aumentam em quantidade, profundidade e espessura, há mais facilidade para a incidência de água no interior do concreto, de forma que essas infiltrações agravam e ampliam as fissuras. Essa presença de umidade no concreto, geram um meio favorável para a aparição de outras manifestações patológicas, como as eflorescências e/ou criptoflorescências, assim como bolores. Por fim, o descascamento e/ou deslocamento de revestimento pode ser ocasionado, dentre outros fatores, em decorrência da presença das criptoflorescências.

Nota-se também a ocorrência conjunta, em 60% das marquises analisadas, dos eventos patológicos de armadura exposta em corrosão, carbonatação e desagregação do concreto.

As correlações entre essas patologias auxiliam na compreensão da ocorrência conjunta nas marquises. O processo de carbonatação causa redução do pH do concreto, causando efeito despassivador na armadura, permitindo o início da corrosão. Por fim, o aumento de volume da região corroída da armadura causa tensão interna ao concreto, que não resiste, provocando a desagregação desse.

Rachaduras e o crescimento de vegetação foram as patologias com menor incidência, com ocorrência de apenas 20%.

6 CONCLUSÕES

O estudo de caso realizado, chama atenção para a ausência de manutenção em todas as marquises analisadas, nota-se o descaso que o elemento externo recebe dos usuários, principalmente por serem estruturas pouco notadas, seja pela parte superior da maioria das

marquises não possuem acesso e visualização do público, ou pelo fato de serem fechadas, indevidamente, por placas publicitárias.

As fissuras não são tratadas, se agravando e se tornando um meio facilitador para a aparição de outras patologias; que, também, não recebem manutenção, desta forma desencadeando no aparecimento de novas patologias, como se pode constatar pelas análises.

Além da ausência de manutenção, ainda na fase de utilização da estrutura, percebe-se incidência de sobrecarga nas estruturas, em 60% das marquises, há a presença de cargas adicionais provenientes de placas publicitárias ou até mesmo sobras de materiais utilizados nas instalações que foram agregadas de forma imprópria ao elemento estrutural.

Ocorre que, a fase de utilização das estruturas não é a única em colaborar para a manifestação de patologias, nota-se negligência na fase de projeto das marquises quanto ao sistema de escoamento e impermeabilização; donde, em 100% das marquises analisadas há ausência ou ineficiência no sistema de impermeabilização e escoamento nas estruturas, sendo que em 40% das marquises, há ainda acúmulo de água na face superior, gerando além da umidade, sobrecarga não prevista em projeto.

No que diz respeito à fase de execução da estrutura, pode-se observar, diversas falhas que poderiam ser facilmente evitadas.

O processo de desescoramento realizado da maneira precisa, do engaste para a extremidade, assim como a execução correta da contra flecha reduz a aparição de fissuras na estrutura, mesmo assim, é inevitável o surgimento de microfissuras entre a viga e a marquise no processo de retirada das escoras, geralmente, percebe-se que o tratamento nessa região foi inexistente ou ineficiente, como apresentado na marquise A, do ponto de ônibus.

Outros procedimentos inadequados na fase construtiva colaboraram para o surgimento das patologias analisadas. Nota-se que as marquises com perfurações, não possuem nenhum tipo de tratamento nas aberturas, tanto em furos dos pinos de ancoragem para transporte da marquise de ponto de ônibus ou para fixação de placas publicitárias.

Além disso, percebem-se problemas relacionados à concretagem das estruturas, como a provável falha de concretagem em duas etapas na marquise E; onde o referido erro no processo construtivo pode ter determinado o surgimento da rachadura. Outra resultante de falhas nesta etapa foram os cobrimentos insuficientes de armadura, notados em 60% das marquises analisadas. Esse problema pode ter várias causas, dentre elas a ausência de espaçadores, mau posicionamento da armadura, além de lançamento e adensamento inadequado do concreto.

Conclui-se que há um sério descaso em relação às estruturas de marquises em todas as etapas da construção, tanto na concepção dos projetos, quanto execução da estrutura; e, por fim,

na fase de utilização e manutenção. Seja por negligência, desinformação ou mesmo por economia, esses elementos sofrem com ações patológicas não tratadas e facilmente evitáveis. As patologias podem definir mau aspecto visual, quando constituídas por anomalias superficiais. Ademais, também podem representar elevado grau de periculosidade aos utentes, quando as patologias se aprofundam na estrutura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5674: **Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção**. Rio de Janeiro, 2012.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9575: **Impermeabilização – Seleção e projeto**. Rio de Janeiro, 2010.

ALUCCI, M. P., FLAUZINO, W. D., MILANO, S. **Bolor em edifícios: causas e recomendações**. São Paulo: Pini, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Coletânea de trabalhos da Div. de Edificações do IPT, 1988.

CÁNOVAS, M. F. **Patologia e terapia do concreto armado**. Tradução de M. Celeste Marcondes, Beatriz Cannabrava. São Paulo, PINI, 1988.

FIGUEIREDO, E. P. **Mecanismo de Transporte de Fluidos no Concreto**. In: ISAIA, G. C. **Concreto, Ensino, Pesquisa e Realizações**. São Paulo, IBRACON, 2005.

HELENE, Paulo R. do Lago. **Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo, Red Rehabilitar, 2003.

GUTERRES, Paulo R. Cabana. **Argamassas de reabilitação: Estudo da sua utilização e do seu comportamento para o tratamento e recuperação de construções afetadas por eflorescências**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2016.

PINA, Gregório Lobo de. **Patologia nas habitações populares**. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10006577.pdf>>. Acesso em: 22 de março de 2021.

SABBATINI, Francisco Ferreira, 2003. **Tecnologia da construção de edifícios II**. Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/patologia-e-rec-de-estrutura/conceitos-de-patologias>> Acesso em: 22 de Março de 2021.

SOUZA, Vicente Custódio de; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. 1ª edição, 5ª tiragem. São Paulo, Pini, 2009.

TAKATA, Leandro Teixeira. **Aspectos executivos e a qualidade de estruturas em concreto armado: Estudo de caso. 2009**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2009.

THOMAZ, Ercio. **Trincas em edifício: Causas, prevenção e recuperação**. 1ª ed. São Paulo, Pini, 1989.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre, Editora Sagra, 1991.