

Manifestações patológicas em marquises de concreto armado em algumas edificações da cidade de Garanhuns-PE

Pathological manifestations in reinforced concrete marquees in some buildings in the city of Garanhuns-PE

Manifestaciones patológicas en marqueses de hormigón armado en algunas edificaciones en la ciudad de Garanhuns-PE

Recebido: 27/09/2022 | Revisado: 27/10/2022 | Aceitado: 05/12/2022 | Publicado: 14/12/2022

Renan Gustavo Pacheco Soares

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6366-9663>

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

E-mail: renangsoares@hotmail.com

Bruna Rafaela Ouro Preto Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6899-3120>

Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns, Brasil

E-mail: brunaouropretosouza@gmail.com

Paula Renata Pereira Prysthon

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0847-8626>

Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns, Brasil

E-mail: paulaprysthon@aesga.edu.br

Ademir Volff

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2549-0259>

Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns, Brasil

E-mail: ademirvolff@hotmail.com

Carla Renata Xavier Pacheco

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0064-9339>

Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns, Brasil

E-mail: carla_renatax@hotmail.com

Lyneker Souza de Moura

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9343-6916>

Universidade Federal do Maranhão, Brasil

E-mail: lyneker.moura@ufma.br

Kaike Manoel Barros do Nascimento

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8127-3005>

Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns, Brasil

E-mail: kaike41@hotmail.com

Resumo

A modernização das técnicas construtivas acelerou o processo da verticalização das construções no Brasil. Com isso, despertou-se a necessidade da construção de marquises nas fachadas, para proteção e abrigo aos transeuntes. Essa estrutura caracteriza-se por apresentar pouca vinculação, sendo do tipo laje em balanço engastada, bem como por ser um elemento estrutural que necessita de uma atenção especial por conta da sua configuração e por possibilidade de ruptura brusca. Muitas são as manifestações patológicas localizadas em marquises de concreto armado, originadas por falhas nas fases de projeto, execução e uso. Essas patologias causam desgaste na estrutura, podendo levar ao colapso. Fundamentado nisso, essa pesquisa teve como objetivo geral realizar uma análise das manifestações patológicas presentes em marquises de concreto armado de algumas edificações situadas na cidade de Garanhuns-PE. O desenvolvimento do trabalho utilizou-se de uma abordagem exploratória, com uma pesquisa bibliográfica, em conjunto com um estudo de caso. O estudo foi realizado em seis marquises, em edificações situadas no centro da cidade. Os resultados alcançados mostram que as marquises inspecionadas apresentaram, em todos os casos, manifestações patológicas originadas pela falta de manutenção preventiva, onde tem comprometido a segurança estrutural e a vida útil do sistema.

Palavras-chave: Marquises; Manifestações patológicas; Vida útil; Desempenho.

Abstract

The modernization of construction techniques accelerated the process of verticalization of constructions in Brazil. With this, he woke up to the need for the construction of marquises on the facades, for the protection and shelter of passers-by. This structure is characterized by presenting little linkage, being of the plate type on the crimped balance, as well as

being a structural element that requires special attention due to its configuration and the possibility of sudden rupture. Many are the pathological manifestations located in reinforced concrete marquises, caused by failures in the design, execution and use phases. These pathologies cause wear on the structure, which can lead to collapse. Based on this, this research has as its general objective to carry out an analysis of the pathological manifestations present in reinforced concrete marquises of some buildings located in the city of Garanhuns-PE. The development of the work used an exploratory approach, with bibliographical research, together with a case study. The study was carried out in six marquises, in buildings located in the center of the city. The results obtained show that the inspected marquises presented, in all cases, pathological manifestations originating from the lack of preventive maintenance, where they were compromised to the structural safety and the useful life of the system. This research had as general objective to carry out an analysis of pathological manifestations present in reinforced concrete marquises of some buildings located in the city of Garanhuns-PE, focusing on the characterization of its useful life. The development of the work used an exploratory approach, with bibliographic research together with a case study. In order to obtain the results, an inspection was carried out with the application of a checklist, in eight marquees located in the center of the city. The results achieved with the research show that the inspected marquees present, in most cases, pathological manifestations caused by the lack of preventive maintenance, which compromises the structural configuration and the useful life of part.

Keywords: Marquees; Pathological manifestations; Lifespan; Performance.

Resumen

La modernización de las técnicas de construcción aceleró el proceso de verticalización de las edificaciones en Brasil. Con ello se despertó la necesidad de construir marquesinas en las fachadas, para protección y cobijo de los transeúntes. Esta estructura se caracteriza por tener poca conexión, siendo del tipo losa en voladizo, además de ser un elemento estructural que requiere especial atención por su configuración y la posibilidad de ruptura brusca. Son muchas las manifestaciones patológicas localizadas en marquesinas de hormigón armado, provocadas por fallos en las fases de diseño, ejecución y uso. Estas patologías provocan un desgaste de la estructura, pudiendo llegar al colapso. Con base en esto, esta investigación tuvo como objetivo general realizar un análisis de las manifestaciones patológicas presentes en las marquesinas de hormigón armado de algunos edificios ubicados en la ciudad de Garanhuns-PE. El desarrollo del trabajo utilizó un enfoque exploratorio, con una investigación bibliográfica, junto con un estudio de caso. El estudio se realizó en seis marquesinas, en edificios ubicados en el centro de la ciudad. Los resultados obtenidos muestran que las marquesinas inspeccionadas presentaron, en todos los casos, manifestaciones patológicas originadas por la falta de mantenimiento preventivo, lo que ha comprometido la seguridad estructural y la vida útil del sistema.

Palabras clave: Marquesinas; Manifestaciones patológicas; Vida útil; Actuación.

1. Introdução

No início do século XX, as construções de edifícios se limitavam comumente até quatro andares. Como a indústria da construção civil no Brasil se desenvolveu, houve um grande desenvolvimento nas técnicas construtivas e o surgimento de novas tecnologias que possibilitaram o processo de verticalização das construções. Isso proporcionou a construção de edifícios com números maiores de pavimentos. Logo, surgiu a preocupação com a possibilidade de objetos caírem de grande altura oferecia para os transeúntes. Em 1937, na cidade do Rio de Janeiro, foi elaborado o Decreto 6000/1937 que instituiu a construção das marquises nas fachadas dos edifícios (Do Carmo, 2009).

Marquises são elementos estruturais em concreto armado, caracterizadas por balanços engastados nas fachadas das edificações, sendo projetadas sobre as calçadas (Jordy & Mendes, 2006). Têm como função resguardar os transeúntes quanto à possibilidade de caírem objetos, chuva e sol.

No Brasil, o número de marquises com manifestações patológicas tem crescido consideravelmente, acarretando em algumas situações de graves acidentes. Com registros históricos de desabamentos de marquises na cidade do Rio de Janeiro, em 2007, foi imposto um decreto que não tornava mais obrigatório a construção desse elemento nas fachadas dos edifícios (Motta, 2019). Mesmo com o decreto, estas continuaram sendo construídas, pois se tornaram parte da cultura.

Segundo Medeiros e Grochoski (2007), a origem das manifestações patológicas em marquises se dá devido a uma série de falhas ao longo das etapas de projeto, de execução e de utilização, assim, causando risco para a segurança, funcionalidade e durabilidade do elemento. A causa de degradação das marquises não é originada apenas por um agente causador, mas sim por um conjunto deles. As estruturas, principalmente as de concreto, apresentam uma necessidade de manutenção preventiva que

garante uma conservação da sua função estrutural. No caso das marquises, manutenções preventivas possuem um papel importantíssimo para evitar acidentes e gerar uma economia nos custos de intervenções emergenciais.

Na cidade de Garanhuns-PE, encontram-se marquises que foram projetadas há muitos anos. Tendo em vista que a vida útil de uma edificação conforme a NBR 15575 (ABNT, 2013) é de 50 anos, surge a preocupação em se manter o desempenho desses sistemas, por um avaliação e manutenção destas com foco em prolongar a durabilidade da peça. Fundamentado nisso, a pesquisa teve como objetivo geral analisar as manifestações patológicas presentes em marquises de concreto armado em algumas edificações situadas na cidade de Garanhuns-PE.

Este estudo tem caráter exploratório com uma abordagem qualitativa. Utilizou-se, inicialmente, do método de pesquisa bibliográfica para elaboração do referencial teórico, que de acordo com Lakatos e Marconi (2017), é baseado no levantamento de dados já existentes sobre o assunto em estudo, visando reunir informações que irão basear a pesquisa proposta. Depois, foi desenvolvido um estudo de caso, por uma visita técnica em algumas edificações da cidade de Garanhuns-PE que apresentam marquises nas suas configurações estruturais, as quais foram realizadas inspeções da estrutura e a identificação das manifestações patológicas existentes nas marquises em estudo.

2. Marquises de concreto armado

Marquises são definidas como elementos estruturais que são construídos em concreto armado ou em estrutura metálica. Estão localizadas nas fachadas das edificações e são projetadas sobre as calçadas. Conforme Medeiros e Grochoski (2007), a função das marquises é proteger os pedestres quanto à chuva, sol e objetos que possam vir a cair dos pavimentos elevados. Além de ser um elemento de proteção, também podem contribuir para o projeto de uma arquitetura harmônica das edificações.

Por ser um elemento construtivo que se projeta sobre os logradouros públicos e estar em contato direto com as edificações apenas pela região do engastamento, é considerado um elemento que pode gerar riscos para os transeuntes quando passam a apresentar patologias, devido a fatores que contribuem para o desgaste da estrutura (Rios et al., 2019). Por isso, as marquises necessitam de uma maior atenção durante o seu processo de concepção e de uso, para que assim seja garantida a segurança estrutural do elemento, bem como a conservação da sua vida útil.

Conforme Gonçalves (2011) e Soares et al. (2022), as marquises são desenvolvidas para receber diversas cargas. Além do seu peso próprio, cargas de anúncios publicitários, equipamentos de ar condicionado, sistema de impermeabilização e o acesso de pessoas. Muitas vezes, são incorporadas cargas que ultrapassam a sua capacidade inicial, o que pode comprometer a estrutura e, em conjunto com a falta de manutenção periódica, pode colocar o elemento estrutural em risco, levando-o ao seu colapso.

Estruturas desenvolvidas em concreto armado apresentam um comportamento dúctil, cuja característica é suportar as deformações e apresentar algumas evidências antes do seu colapso, como as fissuras. Medeiros e Grochoski (2007) afirmam que as marquises são uma exceção a essa regra, pois sofrem ruptura brusca, sem aviso. Com isso, há a necessidade de uma atenção especial e um olhar mais criterioso durante as etapas de projeto, execução e utilização da peça.

2.1 Marquises como elemento construtivo

Essas estruturas apresentam algumas particularidades em seu desempenho estrutural e têm características semelhantes às das estruturas isostáticas; são peças que apresentam condições de estabilidade, ou seja, não sofre deslocamento vertical, horizontal e nem rotação. Uma das peculiaridades das marquises é a sua vinculação, que se trata de um único apoio que restringe os seus deslocamentos, ou seja, um engaste. A perda de qualquer uma dessas restrições pode comprometer a estrutura e até levar a ocorrência de acidentes (Braguim, 2006).

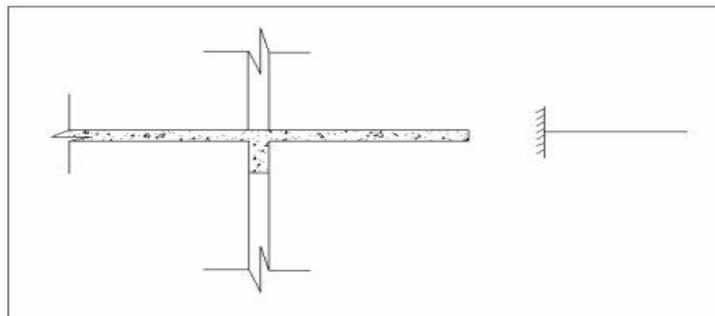
Os esforços solicitantes da marquise vão atuar predominantemente na região superior, onde predominam os momentos negativos. Conforme Gonçalves (2011), as armaduras principais são dispostas na região de cima, onde ocorrem os esforços de tração e há uma maior probabilidade de ação dos agentes nocivos, como umidade e intempéries, tornando-a uma região crítica.

Para Bastos (2006), as marquises, ao serem projetadas, dependem especialmente das cargas aplicadas e do vão do balanço. As muretas e vigas posicionadas nas extremidades da laje colaboram no carregamento atuante sobre a mesma. As marquises apresentam dois tipos de configuração: as mais comuns, vistas nas edificações, são as formadas por lajes simples; já as formadas pelo conjunto de laje e viga, têm uma menor frequência de utilização nas construções. Bastos (2006) classifica as marquises segundo a existência e o posicionamento das vigas.

2.1.1 Marquises com laje simples em balanço

Segundo Do Carmo (2009), essa configuração de marquise é recomendada para balanços de até 1,80 m, que apresentam, geralmente, um arranjo de engastamento direto na laje interna da edificação, ou seja, apresentam continuidade com a laje, como mostrado na Figura 1.

Figura 1 - Marquise engastada na laje interna.



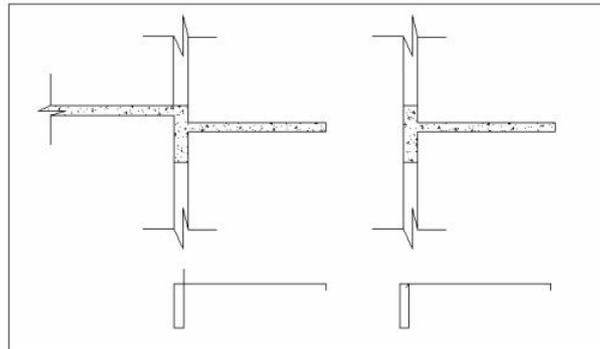
Fonte: Do Carmo (2009).

Na marquise apresentada na Figura 1, a armadura principal da estrutura será negativa e transversal. Um dos problemas que surgem nesse tipo de marquise é encontrar o local de interrupção da armadura de tração, na qual a marquise está engastada, como uma viga/laje em balanço.

Quando as lajes são armadas em apenas uma direção, os esforços solicitantes são calculados tomando-se como uma viga biapoiada tendo uma largura de um metro. Assim, fica determinando o momento igual a zero, com o tamanho da armadura de tração das marquises. No caso das lajes com armaduras nas duas direções, a laje em balanço será dimensionada como uma viga em balanço, enquanto à laje interna no formato de cruz será aplicada uma carga distribuída, em paralelo a um momento fletor (que solicita a marquise) atuando na extremidade das duas lajes (Bastos, 2006).

O segundo caso desse grupo consiste em marquises que não apresentam continuidades os elementos internos, sendo seu engaste realizado diretamente na viga (Figura 2).

Figura 2 - Marquise sem continuidade com outra laje.



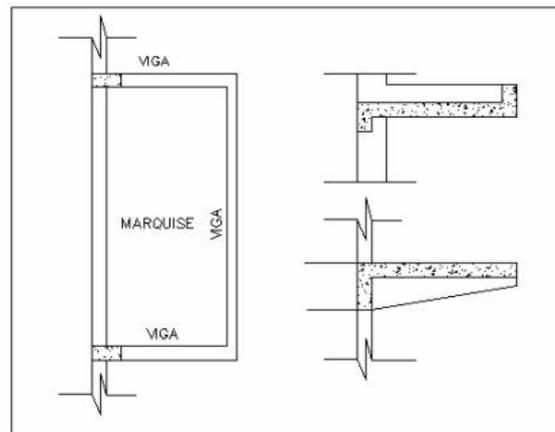
Fonte: Do Carmo (2009).

Na situação acima, em que a laje em balanço está com engaste em viga na região da fachada (Figura 2), a flexão solicitante da laje transforma-se em um momento de torção na viga, sendo necessária a consideração desse esforço de torção no cálculo da área de aço da viga em tela.

2.1.2 Marquises compostas por vigas e lajes

Para marquises com balanço acima de 1,80m, Do Carmo (2009) aconselha que a laje seja apoiada em vigas, assim evitando lajes com grandes espessuras (Figura 3).

Figura 3 - Marquises sustentadas por vigas.



Fonte: Do Carmo (2009).

São diversas as possibilidades de projetos de marquises, quando as estruturas são compostas de lajes e vigas. De acordo com a Figura 3, lajes em balanço são normalmente armadas em uma direção e apoiadas em vigas laterais e vigas de borda. Em algumas situações, as vigas de borda podem ser anuladas, tornando uma laje de borda livre. Quando as vigas laterais não são contínuas com a edificação, o seu engaste será feito nos pilares. Bastos (2006) revela que para marquises apoiadas em vigas engastadas em pilares, o momento solicitante da viga, também solicitará o pilar.

2.2 Manifestações patológicas em marquises

As marquises são elementos estruturais que estão sujeitos às manifestações patológicas originadas devido aos tipos de materiais usados na sua concepção, ao seu modelo estrutural, às particularidades nos seus componentes construtivos e operacionais e às falhas geradas durante o processo de manutenção. As manifestações patológicas são responsáveis pela deterioração das marquises, diminuindo assim a sua durabilidade, e consequentemente, a sua vida útil. Alguns elementos estruturais, como as marquises, podem apresentar um desempenho inferior ao que se destina, por diversos motivos. Essas perdas de desempenho são efeitos do processo de deterioração da estrutura ao longo do tempo, podendo acontecer de um elemento no início da sua vida útil não atender mais às suas especificações e apresentar problemas patológicos (Gonçalves, 2011).

O colapso das lajes em balanço não ocorre sempre devido a ação de um agente causador de forma isolada, mas sim por um conjunto de agentes causadores principais e outros secundários, que aceleram o processo de deterioração da estrutura (Melo, 2011). Esses agentes atuam internamente, externamente ou em conjunto, causando danos ao elemento estrutural.

Os indícios de manifestações patológicas mais frequentes em marquises, dentre outros, são: eflorescência, fissuras, umidade e corrosão da armadura (Carreiro, 2020). As fissuras no concreto são as manifestações que apresentam maior influência no processo de deterioração da estrutura. Elas são causadas, por exemplo, pela sobrecarga da peça, por erros de projeto e/ou de execução. É considerada a porta de entrada para os agentes causadores da deterioração, que são provenientes da água da chuva, do ar e de resíduos de animais. Esses agentes causam corrosão nas armaduras, condicionando o colapso da peça.

2.2.1 Manifestações patológicas originadas na etapa de projeto

A maioria das manifestações patológicas têm origem na fase de planejamento. As falhas geradas nessa fase são tão graves quanto as originadas por utilização de materiais inadequados ou por erros na execução. Com isso, surge a necessidade de atenção adequada ao cálculo e detalhamento da estrutura, de modo a se não tomar nenhuma decisão equivocada.

O projeto das marquises deve ocorrer criteriosamente, sendo atendidas todas as especificações das normas técnicas vigentes, como o tipo de agressividade do ambiente; o tipo de concreto usado conforme a agressividade do local; o cobrimento nominal adequado, dentre outros. A especificação correta do cobrimento nominal é fundamental para não acarretar problemas patológicos como fissuração, deslocamento do concreto, corrosão das armaduras e até a perda de resistência do sistema. Outro ponto importante a ser analisado nesta etapa é a especificação de contra flechas no projeto, caso se faça necessário.

As fissuras são uns dos sintomas mais frequentes nas estruturas, indicando sempre que há algo errado com o sistema. Para Medeiros e Grochoski (2007), as marquises são projetadas para não apresentarem qualquer tipo de fissuras. No entanto, é permitida uma abertura de fissura na faixa de 0,05mm, o que é bem pequeno. Dessa forma, um dos critérios de durabilidade fica garantido, com foco na minimização do risco de deterioração prematura do elemento estrutural.

Conforme Bastos (2006), é preciso que haja uma atenção especial em relação às cargas que são adotadas na concepção das marquises. A alteração no carregamento da laje pode comprometer o desempenho da estrutura, assim ocasionando aparecimento de manifestações patológicas. Essa alteração muitas vezes ocorre sem os devidos cuidados preventivos.

Além de um correto processo de cálculo, outro ponto que tem uma fundamental importância na fase de projeto é o detalhamento correto das armaduras. Ele deve ser o mais claro possível para possibilitar que a montagem seja executada conforme o projeto, assim evitando o surgimento de problemas patológicos.

2.2.2 Manifestações patológicas originadas na etapa de execução

Uma situação que ocorre e tem contribuído para possíveis situações de falha é que, durante a execução da obra, os projetos sofram alguns tipos de alterações, alguns até sem autorização expressa do calculista, acabando por contribuir para a ocorrência de erros e redução de vida útil.

A execução de estruturas em concreto armado é um processo artesanal, onde as matérias primas usadas são muitas vezes moldadas e executadas no próprio canteiro. Logo, essa fase é crucial para o desenvolvimento da estrutura, conforme todas as suas especificações, e para o cumprimento da sua vida útil.

Além de problemas de possível surgimento na etapa de projeto, também verificam-se manifestações patológicas decorrentes de falhas no processo de execução. As falhas geradas nessa fase podem ocorrer por vários motivos, dentre eles: a ausência no controle da qualidade dos serviços, falta de experiência, inexistência de habilitação técnica, materiais que não correspondem com as especificações normativas, irresponsabilidade técnica e até mesmo sabotagem (SOUZA e RIPPER, 1998).

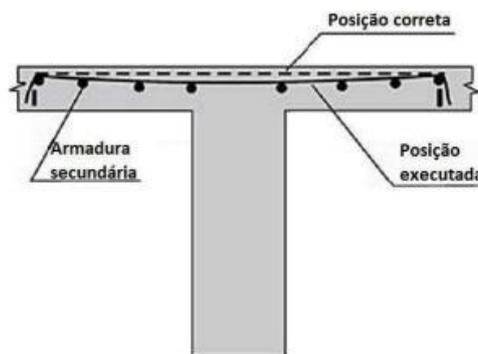
Para uma correta construção de marquises, são necessários cuidados especiais durante sua execução. No canteiro de obra, durante a execução de uma estrutura, podem acontecer diversos erros, como: a incorreta disposição da armadura negativa, falha na dosagem do concreto, utilização incorreta de materiais e falhas na interpretação de projeto. Segundo Alvez (2007), o mau posicionamento da armadura, escoramento incorreto e tempo de escoramento são considerados os principais erros ocasionados na etapa de execução desse tipo de estrutura.

2.2.2.1 Mau posicionamento da armadura

Um dos maiores problemas na etapa de execução são as falhas na posição das armaduras negativas. Nas marquises, essas armaduras estão localizadas na região de tração da peça. É muito comum encontrar erros referentes ao posicionamento, que são decorrentes da falta de utilização de dispositivos que mantêm a armadura na posição correta, como os espaçadores.

Em muitas situações, as armaduras já são posicionadas abaixo ou acima da posição estabelecida em projeto (Figura 4). Em outros casos, esse deslocamento ocorre pelo tráfego dos colaboradores da obra no momento da montagem ou da concretagem do elemento. É recomendado o uso de espaçadores, tábuas para o tráfego dos trabalhadores, evitando, assim, que ocorra alteração no posicionamento da armadura negativa por conta da passagem dos operadores sobre a mesma.

Figura 4 - Disposição inadequada das armaduras negativas.



Fonte: Souza e Ripper (1998).

O local da armadura acima ou abaixo da posição especificada, como ilustrado na Figura 4, é considerado perigoso, do ponto de vista da segurança estrutural. Conforme Medeiros e Grochoski (2007), o posicionamento das barras abaixo do determinado em projeto não traria muita consequência em peças com grande altura. No entanto, no caso das marquises, esse efeito é grave, pois é uma estrutura diretamente engastada, com sua altura normalmente reduzida.

As armaduras situadas abaixo do local determinado tornam a estrutura subdimensionada para os esforços que estão submetidos. Dessa forma, essas armaduras vão possuir um maior cobrimento. Por outro lado, esse incorreto posicionamento diminuirá a vida útil da peça de concreto e, assim, pode ocorrer a ruptura por esmagamento do concreto comprimido. Já no caso

da locação das armaduras acima do local especificado, o problema maior está na falta de cobrimento adequado, tornando a armadura mais sujeita ao processo de corrosão, o que pode levar a estrutura ao colapso (Gonçalves, 2011).

2.2.2.2 Escoramento incorreto

Outro cuidado que se deve ter na fase de execução é com o escoramento das marquises, pois um erro nessa etapa pode alterar o desempenho estrutural da peça. Para realizar um escoramento correto da laje, serão primeiramente analisados quais os esforços que a estrutura foi dimensionada e como ela se comporta quando estão apoiadas nas escoras. Segundo Medeiros e Grochoski (2007), para o cimbramento ser realizado corretamente, são adicionadas escoras ao longo de toda a laje, desde a sua extremidade até o engaste. Dessa forma, as cargas serão distribuídas em vários apoios, diminuindo o momento atuante na peça.

É comum observar a prática inadequada do escoramento em marquises, sendo realizado o escoramento apenas na borda. Dessa maneira, a configuração passa a ser uma extremidade apoiada e outra engastada, alterando os esforços atuantes no balanço. O escoramento único na borda da estrutura acrescentará um momento positivo no diagrama de flexão da laje. Logo, poderá causar uma deformação excessiva na peça, fissuração e até mesmo o seu colapso. As marquises não possuem, em regra, armação para combater esse momento positivo. Dispõe-se, apenas, uma armadura positiva construtiva (Motta, 2019).

A retirada incorreta das escoras também contribui para a origem de problemas nas marquises. De acordo com Gonçalves (2011), é muito comum iniciar a retirada das escoras a partir da região de engaste para a borda da laje. O correto sentido da retirada deve ocorrer da borda livre para o engaste, transferindo, com isso, a flexão da peça na direção em que ela vai deformando.

Outros cuidados que devem-se ter em relação aos escoramentos são: o prumo do cimbramento, de modo que o estado de tensão seja adequadamente suprido; o terreno, que deve estar devidamente compactado e nivelado, assim garantindo a estabilidade da escora; além de optar pelo uso de pranchões de madeiras para elevar a área de contato e minimizar a tensão aplicada na base (Souza & Ripper, 1998).

2.2.3 Manifestações patológicas originadas na etapa de utilização

Após a finalização das fases de concepção e execução, mesmo as estruturas sendo executadas conforme as especificações e não apresentando falhas aparentes, podem surgir problemas patológicos decorrentes da inadequada utilização da estrutura. O agente causador dessas falhas será o próprio usuário, que, por falta de informação ou descuido, deixa de realizar as manutenções preventivas e utiliza a estrutura de forma equivocada (Motta, 2019).

De acordo com o Código Civil – Lei 10406 (Brasil, 2002), no Art. 937 o proprietário do edifício ou construção responde pelos danos que são resultado da sua ruína, se este acontece por falta de reparos, cuja necessidade foi manifestada. Os proprietários e usuários são os responsáveis pela etapa de utilização, operação e manutenção da edificação; sendo responsabilidade do usuário do imóvel o uso correto da estrutura e a realização de manutenção preventiva na peça. No caso das marquises, a falta de manutenção e a sobrecarga são os erros mais comuns da fase de utilização que contribuem para o aparecimento de manifestações patológicas na laje.

2.2.3.1 Falha de manutenção

Segundo a NBR 5674 (ABNT, 2012), manutenção se caracteriza por um grupo de atividades que se devem proceder de modo a manter o restabelecer o desempenho funcional de uma edificação, assim atendendo às necessidades dos usuários.

As manifestações patológicas geradas por manutenção inadequada, ou pela sua falta, têm origem no desconhecimento técnico, desleixo e problemas econômicos. Sem a correta realização da manutenção, as marquises apresentam inevitáveis problemas, onde a maioria está relacionada à sobrecarga e infiltração (Medeiros & Grochoski, 2007).

Cuidados simples que podem ser realizados de forma periódica, muitas vezes, não são realizados de forma preventiva nas marquises. Como exemplo, a remoção de sujeiras que podem impedir o escoamento da água, manutenção adequada da camada de impermeabilização, dentre outros. Esses cuidados devem ser feitos conforme o período adequado de manutenção, podendo impedir que ocorra a necessidade de intervenções maiores com elevados custos. Para preservar a vida útil de uma estrutura, é necessário desenvolver um programa de manutenção preventiva através de inspeções regulares e manutenções periódicas, a fim de garantir o desempenho da estrutura durante sua vida útil.

2.2.3.2 Sobrecarga

Cargas não previstas em projeto tem sido frequentes em marquises, onde se tornam uma situação agravante no que tange à estabilidade e à durabilidade da estrutura, sendo um dos causadores do colapso do elemento estrutural (Bastos, 2006). As sobrecargas frequentes em marquises são: uso inadequado, acúmulo de água e sujeira, sobreposição da camada de impermeabilização, instalações de equipamentos e letreiros de publicidade. A manutenção inadequada da camada de impermeabilização acontece quando o sistema de manutenção é violado. Em muitos casos, tendem a tomar o caminho mais prático, ao invés de realizar toda a remoção da camada antiga de impermeabilização, é feita a aplicação da nova camada sobre a antiga. A prática de sobrepor ocasiona um acréscimo de carga na estrutura e causando o seu colapso.

Segundo Medeiros e Grochoski (2007), o acúmulo de água nas marquises também pode ser responsável pela sobrecarga na estrutura. Isso ocorre quando o sistema de escoamento de água pluvial não recebe a devida manutenção e as tubulações apresentam indícios de obstrução. Para evitar que isso ocorra, é necessário realizar vistorias constantemente para identificar possíveis entupimentos e acúmulo de água, que podem acabar sobrecarregando a laje.

Os mesmos autores completam que outra forma de sobrecarga das lajes é a instalação de equipamentos de ar condicionados e de estruturas metálicas como os letreiros de publicidade. A aplicação dessa sobrecarga ocasiona a deformação da estrutura, o surgimento de fissuras, e a sua degradação. Para realizar a instalação de letreiros, deve ocorrer a fixação desses elementos através da perfuração da marquise, assim, danificando o sistema de impermeabilização e deixando a laje exposta à umidade. E isso tem que ser previsto na etapa de projeto. Do contrário, problemas estarão suscetíveis.

Outro ponto que também é importante observar é a incidência do vento sobre os letreiros. Os esforços do vento atuante sobre os painéis são transmitidos para as marquises, gerando uma sobrecarga na estrutura. Durante o dimensionamento do elemento estrutural, muitas vezes a força do vento sobre esses tipos de painéis é desprezada. É de fundamental importância consultar um Engenheiro de Estruturas antes de colocar o letreiro, para analisar a possibilidade de adicionar um peso não previsto em projeto no carregamento da estrutura.

2.3 Processo de deterioração das marquises

A deterioração de uma estrutura ocorre de maneira avançada, ou seja, sua estrutura pode ser comprometida em um prazo curto de tempo. Suas causas podem estar ligadas a falhas de design, de execução, emprego de materiais inadequados ou a agressividade ambiental (Felten et al., 2013). Todos esses erros podem atuar de forma isolada ou não, criando condições para facilitar a atuação dos agentes deletérios, que levam à degradação da armadura e do concreto, conseqüentemente, reduzindo a vida útil da marquise.

2.3.1. Deterioração do concreto

Na NBR 6118 (ABNT, 2014), são citados diversos meios de deterioração da estrutura de concreto. Para as marquises, destacam-se a fissuração, carbonatação, íons cloreto e a lixiviação. Esses processos têm origem em diversas fases do sistema construtivo, podendo ocorrer de forma isolada ou em conjunto, levando à perda de funcionalidade e segurança da estrutura.

Impedir o contato da edificação com a água é uma maneira de evitar que o processo de deterioração estrutural ocorra, uma vez que a água está presente em quase todos os meios de degradação do elemento estrutural (Andrade, 2005).

A importância de conhecer e estudar as causas da deterioração de uma estrutura surge com o propósito de buscar métodos de recuperação ou reforço, e ainda de evitar a ocorrência de novos erros, que resultam no processo de degeneração em novas edificações.

2.3.1.1 Fissuração

As fissuras são sintomas de algum problema instalado no sistema, pelas quais ocorre a percolação dos agentes agressivos que causam o processo de despassivação das armaduras. O processo de fissuração pode ser resultante de sobrecargas atuantes, variações térmicas bruscas, retração, deformação excessiva e alterações químicas. As marquises, por estarem expostas a variações climáticas, são elementos que estão sujeitos às mudanças térmicas e ao teor de umidade. O aumento da umidade na peça ocasiona a expansão do material, enquanto a diminuição causa o processo de retração. Da mesma maneira, ocorre com a movimentação da dilatação térmica. As vinculações do elemento estrutural procuram restringir e impedir essa movimentação, originando tensões que acarretam a fissuração na estrutura (Melo, 2011).

Nas lajes em balanço, se sobrecargas não previstas atuarem, fissuras podem surgir, que são porta de entrada para agentes deteriorantes. O peso próprio, a sobrecarga, as cargas acidentais e o efeito de retração contribuem para os efeitos da deformação, imediata e diferida. Isso ocorre de modo natural, característico do sistema, mas que deve ser previsto em cálculo de forma correta, para que não surjam deformações que possam comprometer a estética, resistência e, em último caso, a estabilidade.

Conforme Andrade (2005), o processo de retração acontece por conta das alterações que ocorrem na pasta do cimento, argamassa e concreto, sem a presença de carregamento, em virtude da perda da água do cimento. Retração é a redução no volume, que ocasiona o processo de fissuração na estrutura.

A fissuração por alteração química dos materiais acontece quando os materiais da construção estão sujeitos a deterioração pela atuação de substâncias químicas, como soluções ácidas e alguns tipos de álcool. Quando há corrosão da barra de aço no interior do concreto, são formados óxidos expansivos, que geram grandes tensões, assim provocando a degradação do concreto, com o surgimento de fissuras e destacamento do concreto na região das armaduras.

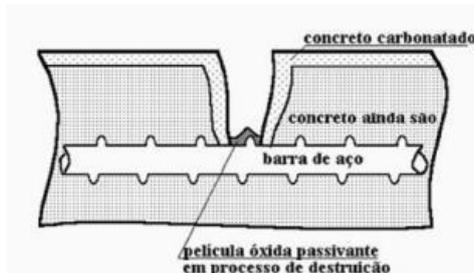
Medeiros e Grochoski (2007), afirmam que microfissuras podem surgir na fase superior das marquises, chamadas zonas críticas, onde estão localizadas as armaduras negativas. Essas microfissuras contribuem para a ruptura brusca das marquises, pois permitem a passagem de agentes patológicos, que ocasionam a corrosão da armadura.

Na NBR 6118 (ABNT, 2014) é estabelecida uma abertura máxima para as fissuras, na faixa de 0,2 mm a 0,4 mm para estruturas que são submetidas aos esforços de tração. As estruturas como as marquises, teriam que ser projetadas para não apresentarem nenhum tipo de fissuração. Segundo Medeiros e Grochoski (2007), tem sido discutida na reunião do comitê do Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON) a possibilidade de adotar uma faixa de fissura para as marquises de 0,05 mm, visando garantir a segurança para a armadura e o concreto da estrutura. Quando esse limite é ultrapassado, as fissuras passam a ser uma ameaça para a estabilidade da marquise.

2.3.1.2 Carbonatação

A carbonatação origina-se da ação dissolvente do anidrido carbônico sobre o cimento hidratado, formando o carbonato de cálcio e reduzindo o pH do concreto em valores menores do que nove. Quanto maior for a quantidade de dióxido de carbono (CO₂) presente, mais espessa será a camada de concreto carbonatada (Do Carmo, 2009). Devido à alta concentração de CO₂ na atmosfera, da porosidade do concreto e do grau de fissuração, a carbonatação pode alcançar a armadura, rompendo a película protetora e iniciando a corrosão das barras de aço (Figura 5).

Figura 5 - Processo de carbonatação provocado pela fissuração na estrutura.



Fonte: Souza e Ripper (1998).

Na Figura 5, está representado um esquema do processo de carbonatação nas barras de aço: quanto maior for a fissura, mais rápido será a penetração da carbonatação, que segue o sentido da fenda no interior do concreto em direção à armadura, iniciando, assim, o processo de corrosão. Quando o concreto apresenta um percentual de 0,5% a 1% de água nos seus poros, não é possível que ocorra o processo de carbonatação na estrutura (Do Carmo, 2009).

2.3.1.3 Umidade

O vapor de água existente na atmosfera, que varia conforme a temperatura e o clima, é chamado de umidade. Fenômeno que não é visível a olho nu, é necessário à utilização de equipamentos como o higrômetro para realizar a sua visualização. Ao sofrer saturação, o ar promove uma alteração visível como as neblinas e nevoeiros (Melo, 2011).

As manifestações patológicas mais frequentes nas edificações são as infiltrações e as manchas formadas pela umidade, que trazem consequências graves, seja pela aparência ou alterações estruturais. As patologias que têm origem decorrente da umidade da estrutura são: eflorescência, mofo, ferrugem na armadura, descamação da pintura e do reboco. Podendo ocorrer em alguns casos graves acidentes com a edificação.

O mofo é uma das manifestações patológicas originadas pela umidade na estrutura. Essa manifestação é considerada um tipo de fungo que se alimenta de materiais orgânicos e são frequentes em regiões úmidas, onde são ideais para sua proliferação, sendo os seus resultados manchas escuras, ou até esverdeadas na superfície da estrutura.

Conforme Verçoza (1991), o surgimento da umidade na construção é resultante da presença de água na preparação dos materiais, como argamassa e concreto. No caso da umidade por capilaridade, ocorre pela percolação da água do solo para a estrutura. Já a umidade devido à infiltração das águas pluviais, que são as mais frequentes, é ocasionada pela ausência de um sistema drenante. A infiltração por vazamentos em rede de esgoto e de água ocorre quando uma tubulação é obstruída, sendo difícil de realizar a identificação da origem desse tipo de infiltração, pois a tubulação encontra-se embutida na própria edificação. Por último, a umidade de condensação consiste na água de vapor que se deposita sobre a superfície.

2.3.1.4 Lixiviação

A lixiviação é um processo de dissolução e transporte do composto hidratado da massa do cimento por ação das águas provenientes de chuva, vapor e condensação de neblina, reduzindo o pH do concreto lixiviado. Esse processo ocorre quando o concreto é mal adensado, apresenta fissuras em sua superfície ou quando há uma má execução das juntas, ou grande porosidade, possibilitando a percolação da água no material. Segundo Gonçalves (2011), os produtos alcalinos e o hidróxido de cálcio que são transportados e depositados na superfície do concreto, na presença do CO₂ do ambiente, são carbonatados, originando um composto insolúvel e esbranquiçado, que se forma na superfície da estrutura de concreto, caracterizando a eflorescência. A presença dessa manifestação na estrutura é o que torna o concreto mais poroso além de despassivar a armadura, podendo acentuar o problema de corrosão na mesma.

Segundo Aranha (1994) o rápido combate do processo de lixiviação na peça estrutural acontece quando é possível interromper o processo de infiltração, que provoca o transporte do material para a superfície. Isso ocorre através do preenchimento dos vazios e impermeabilização da área.

2.3.2 Deterioração da armadura

No caso das armaduras, o processo de deterioração se dá devido a sua corrosão. Esse processo se inicia a partir da quebra da camada protetora que existe ao redor da armadura. Conforme Gomes et al. (2003), o processo de corrosão da armadura avança do exterior para o interior da barra, ocorrendo a troca da seção de aço por óxido de ferro. Esse é o principal aspecto patológico da corrosão, isto é, a perda da capacidade resistente da armadura por diminuição da área de aço.

Se o concreto apresenta elevada porosidade, permitirá a entrada de agentes agressivos, acarretando uma relação destrutiva do aço com o ambiente por ações químicas ou eletroquímicas, gerando a corrosão. Iniciando esse fato, o aço perde a aderência com o concreto e expande, atingindo de oito a dez vezes do seu volume inicial (PEDROSA e MARIA, (2017).

Com os diversos tipos de corrosão, o que apresenta mais destaque nas marquises são as do tipo sob tensão, que ocorre nas barras de engastamento da estrutura. Conforme Helene (1992) esse processo é o mais rápido, com o desenvolvimento da macrocélula de corrosão sob tensão na região da fissura, o aço enfraquece localmente e sofre uma ruptura brusca.

A corrosão da armadura é considerada um processo progressivo, que vai se agravando com o passar dos anos. Caso não ocorra a identificação e medidas de reparo no início de sua manifestação, ela pode comprometer a segurança estrutural. Com isso, surgiu a necessidade de uma adequada instalação e manutenção da impermeabilização da laje e uma consideração correta do cobrimento na elaboração dos projetos, para, assim, atender todas as especificações e minimizar a chance do surgimento de corrosão nas barras de aço.

3. Materiais e Métodos

Para a concepção desta pesquisa, foi utilizada uma abordagem exploratória, cujo objetivo é proporcionar um maior entendimento do pesquisador em relação ao problema estudado, de forma a torná-lo mais compreensível e realizar a criação de teorias acerca do assunto em estudo (Gil, 2017). A pesquisa realizada foi de natureza qualitativa, onde, segundo Lakatos e Marconi (2017), seu objetivo principal consiste em realizar a classificação de um conjunto de observações, compreendendo o objeto da pesquisa. Os procedimentos realizados, foram divididos em duas etapas: revisão bibliográfica e estudo de caso. A primeira partiu de uma pesquisa bibliográfica sobre as marquises, origem de manifestações patológicas nessa peça e sobre o processo de deterioração desse elemento estrutural.

Na segunda etapa foi realizado um estudo de caso, na qual foi feita a inspeção, identificação e análise das manifestações patológicas existentes em marquises de concreto armado. Esse nicho de pesquisa permite um amplo e detalhado conhecimento sobre um determinado assunto, e tem o propósito de possibilitar uma visão geral do problema ou de identificar possíveis causas que o influenciam ou que são por eles influenciadas (Gil, 2017). Para a etapa do estudo de caso, foi realizada uma visita técnica em algumas edificações da cidade de Garanhuns-PE, nas quais as marquises foram inspecionadas visualmente, com a finalidade de identificar a ocorrência de manifestações patológicas nas estruturas.

3.1 Área de Estudo

O estudo foi executado na área do centro do município de Garanhuns, localizada no Agreste Meridional de Pernambuco, a uma distância de, aproximadamente, 230 km da capital do estado.

Com o passar do tempo, manifestou-se a necessidade de um plano de reforma e reparo das estruturas, todavia, isso não ocorre com as marquises, sendo nítido, ao transitar pelas ruas da cidade, a presença de imóveis com manifestações patológicas nas marquises. Em muitos casos, as marquises são submetidas a um processo de ‘maquiagem’; uma reforma inadequada sem o tratamento adequado das patologias existentes, com o intuito de melhorar apenas a aparência visual da estrutura. Esta é uma péssima ideia, pois só dificulta a visualização da real situação da peça estrutural. E cria-se uma bomba relógio.

A região em estudo é uma área utilizada para o comércio da cidade, apresentando um elevado fluxo de pessoas, que circulam sob marquises. Os indícios de manifestações patológicas nas estruturas são evidentes, comprometendo consideravelmente o seu desempenho, o que se trata de um elevado risco, tendo em vista a natureza frágil e a possibilidade de ruptura brusca do sistema.

3.2 Marquises em estudo

Foram avaliadas seis edificações que apresentam marquises na sua configuração, no período do dia 30 de outubro a 02 de novembro de 2021. Os edifícios avaliados tratavam-se de empreendimentos do tipo privado e público, utilizados para desempenhar as atividades de comércio da cidade. As marquises em estudo serão apresentadas a seguir, na Tabela 1:

Tabela 1 – Marquises em estudo.

	Localização da edificação	Idade do imóvel	Configuração estrutural
M1	Rua Quinze de Novembro	≈ 50 anos	Laje engastada
M2	Rua Dantas Barreto e Rua Treze de Maio	≈ 100 anos	Laje apoiada em viga
M3	Praça da bandeira	≈ 40 anos	Laje engastada
M4	Rua Dom José	≈ 30 anos	Laje engastada
M5	Rua Severiano Peixoto	≈ 50 anos	Laje engastada
M6	Rua Treze de Maio	≈ 40 anos	Laje engastada

Fonte: Autores (2022).

As edificações apresentadas na Tabela 1 são estruturas antigas, que não dispõem de um plano de manutenção preventiva, apenas de pequenos processos de reparos que são considerados “maquiagem” na estrutura. Por conta da exposição direta a agentes externos e a falta de manutenção periódica, as marquises apresentam vários pontos de manifestações patológicas, o que compromete a via útil da peça e, conseqüentemente, torna a estrutura mais vulnerável ao colapso.

4. Resultados e Discussões

Nos dados obtidos por meio da inspeção visual, foram identificados alguns pontos de deterioração da estrutura, podendo-se analisar como elas afetam a funcionalidade e a vida útil da peça estrutural. Foi possível observar que grandes partes das marquises estão apresentando índices de manifestações patológicas na sua estrutura, assim comprometendo a função estrutural da peça. Identificou-se, também, que a origem das manifestações patológicas nas marquises decorre da falta de um sistema de drenagem, de impermeabilização, e por negligência do proprietário em relação a não realização de manutenção periódica na peça estrutural.

Na primeira marquise analisada (M1), só foi possível realizar a inspeção da estrutura nos trechos em que o PVC estava incompleto e na sua região inferior. Também não foi possível ter acesso à região superior da laje. A marquise inspecionada apresenta algumas manifestações patológicas em sua estrutura que são mostradas na Figura 6.

Figura 6 - Detalhamento de manifestações patológicas na M1.



Fonte: Autores (2022).

Dentre as manifestações patológicas identificadas na marquise (Figura 6), foram visualizados indícios de umidade na estrutura, que acarreta no aparecimento de manchas de mofos, observados nas bordas e no comprimento da laje. Também foram identificados o deslocamento da pintura ao longo da estrutura (indicado pelos círculos amarelos), e o processo de degradação do concreto nas regiões em que a laje está com a cobertura de PVC danificada (trecho indicado pelo círculo vermelho). A degradação do concreto caracteriza-se por ser uma da porta de entrada para os agentes agressivos da armadura, sendo uma das causas da deterioração das lajes.

A segunda marquise inspecionada (M2) é uma estrutura antiga, que atualmente encontra-se abandonada, sem nenhum processo de reparo ou manutenção. Devido a impossibilidade do acesso à região superior da marquise, o estudo foi realizado apenas na parte inferior da laje. A marquise em questão apresenta vários pontos de umidade na sua região inferior, originando manifestações patológicas indicadas na Figura 7.

Figura 7 - Manifestações patológicas na marquise 2.



Fonte: Autores (2022).

Na Figura 7 são observadas as manifestações patológicas presentes na marquise, como a presença de mofo e bolor ao longo da sua borda e nas regiões próximas às fissuras (demonstrado pelas setas amarelas), o deslocamento da pintura (trecho indicados com os círculos amarelos). Também foram identificados processos de deterioração do concreto das armaduras (indicados com os círculos vermelho), conforme Figura 8.

Figura 8 - Ponto de exposição da armadura.



Fonte: Autores (2022).

Na região inferior da laje da marquise (Figura 8) foi observado o processo de degradação do concreto e a exposição das armaduras (região indicada pelos círculos vermelhos), o que acarretou no processo de corrosão e diminuição da seção da barra de aço, agravando sua deterioração.

A terceira marquise (M3) é uma estrutura muito antiga e, por conta da impossibilidade do acesso à região superior da laje, a inspeção ocorreu apenas na sua região inferior, onde apresenta vários indícios de manifestações patológicas (Figura 9), acarretados por agentes externos e ausência de manutenção da peça.

Figura 9 - Manifestações patológicas na marquise M3.



Fonte: Autores (2022).

As manifestações patológicas encontradas na marquise M3 (Figura 9) foram umidade ao longo de toda a estrutura, que ocasionou descamação da pintura em toda parte inferior da laje (indicadas pelos círculos amarelos), presença de mofo e bolor na borda da marquise e próximos às fissuras (indicados pelas setas amarelas), e fissuras transversais (indicadas pelo círculo vermelho).

Na quarta marquise analisada (M4), foi possível realizar a inspeção na sua região inferior e superior (Figura 10), nas quais foram identificadas manifestações patológicas.

Figura 10 - Sinais de manifestações patológicas na região de cima da marquise (M4).



Fonte: Autores (2022).

Na região de cima da marquise (Figura 10), foram identificadas fissuras, degradação do concreto na borda da laje, exposição de armaduras e falta de um sistema de impermeabilização, que são pontos que contribuem para a degradação do sistema. Na região inferior também foram identificadas manifestações patológicas como manchas de umidade e mofo, ocasionadas pela presença de umidade na estrutura.

A inspeção na quinta marquise (M5) ocorreu apenas na sua região inferior, visto que a laje se encontrava em estado crítico, com graves manifestações patológicas e sendo uma estrutura com um alto grau de deterioração tanto do concreto como da armadura (Figura 11).

Figura 11 - Manifestações patológicas identificadas na marquise M5.



Fonte: Autores (2022).

Os tipos de patologias encontradas na região inferior da marquise, apresentado na Figura 11, foram a degradação do concreto, exposição da armadura, perda da seção do concreto e da armadura e corrosão das barras de aço. Com o deslocamento do concreto da estrutura surge uma atenção especial, pois esse pode ocasionar graves acidentes com os transeuntes. Também foram encontradas ao longo da laje outras patologias, como mofo nas bordas e em algumas áreas da laje, presença de vegetação na parte superior da estrutura, deslocamento da pintura e sinais de umidade. Os conjuntos de todas essas manifestações agravam ainda mais o estado de deterioração da laje e contribui para o colapso da peça.

Na última marquise analisada, não foi possível ter acesso à região superior da laje, sendo a inspeção realizada apenas na sua parte inferior. Por ser uma estrutura antiga, que não passou por um processo de manutenção, encontram-se, na sua região inferior, vários pontos de exposição da sua armadura (Figura 12).

Figura 12 - Deterioração da armadura da marquise M6.



Fonte: Autores (2022).

Na Figura 12, foram observadas as seguintes manifestações patológicas na marquise: fissuras, manchas de umidade, mofo, pintura danificada, deslocamento do revestimento nominal, armaduras expostas e a corrosão das barras de aço. Devido à exposição da região a agentes deteriorantes, a estrutura apresenta um alto grau de deterioração do seu concreto e da sua armadura, podendo levar a sua ruína.

5. Conclusão

Com a realização da inspeção visual nas seis marquises analisadas, foi verificado que todas as estruturas em estudo apresentam algum tipo de manifestação patológica. Ao realizar a pesquisa, não foi possível ter o acesso a toda região das marquises, sendo a maioria das inspeções realizadas apenas na região inferior da estrutura, assim restringindo a visão do real estado de deterioração da laje na sua região superior. Foi possível perceber, também, que todas as marquises na sua região inferior, apresentavam problemas patológicos decorrentes da umidade.

Portanto, destaca-se a importância de realizar a avaliação em marquises. Há de se conscientizar proprietários de edifícios da obrigatoriedade da realização de manutenção preventiva nas estruturas e da necessidade de um projeto bem elaborado, executado e utilizado, seguindo todos os critérios das normas. Isso para evitar o surgimento e propagação de patologias, que podem elevar os custos no tratamento das manifestações, ou em último caso, progredir a o colapso.

Quanto à sugestão de pesquisas futuras, aponta-se a necessidade de aprofundar as pesquisas em relação a demonstração do grau de deterioração e do risco do colapso da estrutura, realizar ensaios não destrutivos (esclerometria, pacommetria, aplicação

da solução de fenolftaleína e ultrassonografia) para avaliar o estado das marquises em estudo e em outras marquises, para identificar e desenvolver estratégias e métodos de recuperação para as marquises avaliadas.

Referências

- ABNT. (2012). NBR 5674: Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- ABNT. (2013). NBR 15575-1: Edificações habitacionais – desempenho: Parte 1: requisitos gerais. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- ABNT. (2014). NBR 6118: Projeto de estrutura de concreto – Procedimento. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- Alvez, A. (2007). Marquises: perigo suspenso. *Revista Técnica*, 14(120), 34–37.
- Andrade, C. (2005). Manual para diagnóstico de obras deterioradas por corrosão de armadura. PINI.
- Aranha, P. M. S. (1994). Contribuição ao estudo das manifestações patológicas em estruturas de concreto armado na região amazônica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Bastos, P. S. S. (2006). Marquises. Universidade Estadual Paulista. <https://www.feb.unesp.br/pbastos/concreto4/MARQ.pdf>
- Braguim, J. R. (2006). Perigo suspenso: Queda de marquises alerta para o risco de projeto. *Técnica*, 14–17.
- BRASIL. (2002). Lei Federal no 10.406 (p. 74). D.O.U.
- Carreiro, V. M. (2020). Análise das manifestações patológicas em marquises de concreto armado nos edifícios comerciais das quadras 104 sul e 104 norte de Palmas-TO. Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ ULBRA).
- Do Carmo, M. A. (2009). Estudo de deterioração de marquises de concreto armado nas cidades de Uberlândia e Bambuí. Universidade Federal de Uberlândia.
- Felten, D., Grahl, K. F. S., Londero, C. (2013). Levantamento de manifestações patológicas em marquises de concreto armado. *Revista Técnica et Scientia.*, 3(1), 70.
- Gil, A. (2017). Como elaborar projetos de pesquisa (6th ed.). Atlas.
- Gomes, A. M. et al. (2003). Proposta de norma para inspeção de marquises. XII COBREAP - Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliação e Perícia.
- Gonçalves, M. O. (2011). Marquises de concreto armado da cidade de Viçosa – MG: Manifestações patológicas, inspeção e avaliação de grau de deterioração. Universidade Federal de Viçosa.
- Helene, P. (1992). Manual para reparo, reforço e proteção de estrutura de concreto. Pini.
- Jordy, J. C., Mendes, L. C., Alves, V. R. (2006) Análise e Procedimentos Construtivos de Estruturas de Marquises com Propostas de Recuperação Estrutural. In: Jornadas Sulamericanas de Engenharia Estrutural, Campinas.
- Lakatos, E. M., Marconi, M. A. (2017). Fundamentos de metodologia científica (8th ed.). Atlas.
- Medeiros, M. H. F., Grochoski, M. (2007). Marquises: por que algumas caem? *Concreto e Construções*, 95–103.
- Melo, A. C. A. (2011). Estudo das manifestações patológicas nas marquises de concreto armado do Recife. Escola Politécnica de Pernambuco da Universidade de Pernambuco.
- Motta, D. A. (2019). Manifestação patológica em estrutura de concreto armado: Marquises – W3 sul, Brasília/DF. Centro de universitário de Brasília (UniCEUB), Brasília.
- Pedrosa, P, Maria, I. (2017). Análise de manifestações patológicas de uma marquise - estudo de caso. CONPAR - Conferência Nacional de Patologias e Recuperação Da Estrutura.
- Rios, F. R. A., Silva, D. D. E., Costa, J. N., Souza, B. J. S. (2019). Análise das manifestações patológicas das marquises de concreto armado no centro de Campina Grande-PB. *Regne*, 5.
- Souza, V. C. M., Ripper, T. (1998). Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.
- Soares, R. G. P., Rodrigues, G. G. de O., Moraes, I. D. L. de, Pacheco, C. R. X., Moura, L. S. de, Nascimento, K. M. B. do., Apolônio, P. H., Carneiro, A. M. P., Oliveira, R. A. de. (2021). Characterization of the useful life and structural performance of a reinforced concrete bridge in the City of Correntes-PE. *Research, Society and Development*, 10(5), e4810514579. 10.33448/rsd-v10i5.14579. <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/14579>.
- Verçoza, E. J. (1991). Patologia das Edificações. (1st ed.). Sagra.