



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS PROFESSORA MARIA DA PENHA
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

KÁSSIA DOS SANTOS SINHORELLI

**ESTUDO DO DESENVOLVIMENTO DE PATOLOGIAS NAS MARQUISES DA
REGIÃO CENTRAL DE JOÃO PESSOA – PB.**

**ARARUNA
2016**

KÁSSIA DOS SANTOS SINHORELLI

**ESTUDO DO DESENVOLVIMENTO DE PATOLOGIAS NAS MARQUISES DA
REGIÃO CENTRAL DE JOÃO PESSOA – PB.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Engenharia Civil da Universidade
Estadual da Paraíba, como requisito para
obtenção do título de Bacharelado em
Engenharia Civil.

Área de concentração: Estrutura

Orientador: Prof. Dr. Daniel Baracuy da
Cunha Campos.

**ARARUNA
2016**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

S615e Sinharelli, Kássia dos Santos
Estudo do desenvolvimento de patologias nas marquises da região central de João Pessoa - PB [manuscrito] / Kássia dos Santos Sinharelli. - 2016.
59 p. : il. color.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Tecnologia e Saúde, 2016.
"Orientação: Dr. Daniel Baracuy da Cunha Campos, Departamento de Engenharia Civil".

1. Concreto armado. 2. Marquises. 3. Estruturas. I. Título.
21. ed. CDD 620.137

KÁSSIA DO SANTOS SINHORELLI

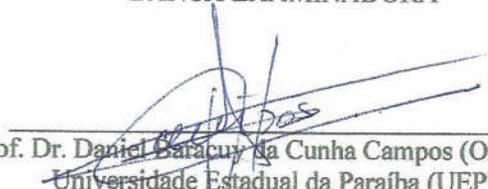
**ESTUDO DO DESENVOLVIMENTO DE PATOLOGIAS NAS MARQUISES DA
REGIÃO CENTRAL DE JOÃO PESSOA – PB.**

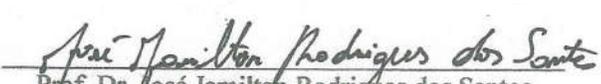
Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Engenharia Civil da Universidade
Estadual da Paraíba, como requisito para
obtenção do título de Bacharelado em
Engenharia Civil.

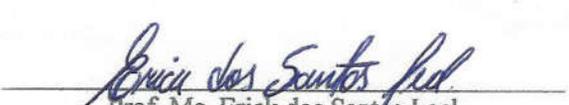
Área de concentração: Estrutura

Aprovada em: 29/05/2016.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Daniel Baracuy da Cunha Campos (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Prof. Dr. José Jamilton Rodrigues dos Santos
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Prof. Me. Erick dos Santos Leal
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Aos meus pais, Antônio e Neusa, pelo incentivo, apoio e confiança, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me guiado e mostrado que, com força e perseverança, somos capazes de atingir nossos objetivos.

Aos meus pais, Antônio e Neusa, pelo entrega e dedicação. Pelas palavras de incentivo e carinho nos momentos que mais precisei, e por ter sempre ensinado o valor e a importância da educação, caráter e dignidade.

Ao professor e orientador Daniel Baracuy por estar sempre à disposição para esclarecer todas as dúvidas que surgiram durante a realização deste trabalho, pela atenção minuciosa e sugestões dadas.

Aos professores de Engenharia Civil do Campus VIII da UEPB por todo ensinamento transmitido tanto de conhecimento científico quanto de ética profissional.

Aos professores Dr. Jamilton Rodrigues e Me. Erick Leal pela participação na banca.

Aos colegas de classe pelo convívio, ajuda durante o curso e laços que foram criados. Em especial, Nathália Oliveira, Pedro Liberato, Deividy Macêdo, Luan Moraes, Diogo de Lima, Caio Ribeiro, Diego Rocha, pela companhia nas noites de estudo e pelo vínculo de amizade que serão levados pelo resto da vida. Vocês foram um presente!

Aos amigos que mesmo com a distância se mantiveram presentes e sempre me apoiando. Além dos que foram feitos durante a graduação, que se tornaram uma verdadeira família, sempre presentes em todas as horas, em especial: Júlio Vinícius, Rejane Guedes, Heloísa Nóbrega e Alanne Ferreira.

A todos que ajudarem direta ou indiretamente para que eu conseguisse concluir essa etapa da minha vida.

“Tudo o que vale a pena ser feito merece
e exige ser bem feito.”

Philip Dormer Stanhope

RESUMO

As construções são realizadas para um intervalo de vida útil, porem através de medidas adequadas é possível prolongar a sua durabilidade. As falhas nas construções surgem desde a elaboração e execução do projeto, mau uso, manutenção precária e ambientes agressivos aos quais a construção esteja sujeita, originando assim desgastes e patologias. No caso das marquises, que são projetadas com o intuito de proteger os transeuntes, esses fatores podem ganhar uma proporção ainda maior, pelo fato de apresentar apenas um vínculo com o restante da estrutura, tornando-a mais vulnerável à ocorrência de desastres. Prova disso é que acidentes com marquises vêm ganhando destaque na mídia nacional, em virtude desses fatores, ocasionando inclusive vítimas fatais. O objetivo desse trabalho é realizar uma análise das condições das marquises através da inspeção visual do estado de conservação dessas estruturas presentes no centro de João Pessoa-PB, por se tratar de uma área repleta de construções da época do século XIX, além de apresentar características ambientais favoráveis à deterioração estrutural. Os resultados obtidos indicam que aproximadamente 86% das marquises analisadas apresentaram manifestações patológicas, tendo sua maior incidência relacionada com a umidade, resultando em manchas, presença de micro-organismos, descascamento da pintura, além de corrosão. Foi possível constatar que há um descaso em relação aos cuidados com as marquises, cujos proprietários, assim como o próprio governo, em virtude de se tratar de um imóvel como patrimônio histórico, não cultivam uma cultura de manutenção preventiva, nem corretiva em muitos casos. Além disso, essa região apresenta uma presença considerável de edificações antigas abandonadas, que não recebem nenhum tipo de cuidado. Aliando esses fatores ao clima da região e a grande presença de gás carbônico, resultante da grande movimentação de veículos, a posição das marquises no meio urbano pode ser alterada, deixando de ser uma estrutura protetora e passando a ser um elemento de perigo, se tornando vulnerável à ocorrência de sinistros, colapso ou desastre.

Palavras chave: Marquise; Patologia; Desastre.

ABSTRACT

Contrary to what the society has in mind, the buildings aren't made to last forever, however through appropriate measures can extend their durability. Failures in construction arise from the preparation and execution of the project, misuse, poor maintenance and harsh environments to which the building is subject, thus causing wear and pathologies. In the case of conservatories, which are designed in order to protect passers-by, these factors can make an even greater proportion, because the marquee display only a link to the rest of the structure, making it more vulnerable to disasters. Proof of this is that accidents marquees are gaining prominence in the national media, because of these factors, reaching generate fatal accidents and victims. The aim of this study is to perform a check by visual inspection of the conservation status of marquees from downtown João Pessoa-PB, for it is a full construction area of the time of the XIX century, and present environmental conditions favorable to structural deterioration. The results indicate that approximately 86% of the analyzed showed pathological manifestations cantilever, having its highest incidence related to moisture, resulting in stains, the presence of micro-organisms, paint stripping, and corrosion. It was found that there is a disregard for the care of the marquees, whose owners, as well as the government itself because of it is historical, not cultivate a culture of preventive maintenance and corrective or in many cases. In addition, this region has a considerable presence of old abandoned buildings, which do not receive any care. Combining these factors to the climate of the region and the large presence of resulting carbon dioxide from the great movement of vehicles, the position of marquees in the urban environment can be changed, no longer a protective structure and becoming an element of danger becoming vulnerable to occurrence of accidents, collapse or disaster.

Keywords: Marquee. Pathology. Disaster.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Marquise formada por laje simples e balanço	10
Figura 2 – Representação do carregamento para marquise engastada na viga da fachada	20
Figura 3 – Diagrama do momento fletor para marquise engastada na viga da fachada .	20
Figura 4 – Representação do carregamento marquise engastada na laje interna	20
Figura 5 – Representação do diagrama de momento fletor para marquise engastada na laje interna	21
Figura 6 – Marquise formada por laje e viga	21
Figura 7 – Arranjo de marquise formada por laje e viga	22
Figura 8 – Representação da solicitação no pilar devido a carga da marquise	22
Figura 9 – Carregamento atuante numa marquise	23
Figura 10 – Espaçamento irregular em armadura de lajes	25
Figura 11 – Armadura negativa da laje fora da posição	25
Figura 12 – Imagem da marquise sem escoramento	26
Figura 13 – Diagrama do momento fletor para marquise sem escoramento	26
Figura 14 – Imagem da marquise com escoramento indicado	27
Figura 15 – Diagrama do momento fletor para marquise com escoramento indicado	27
Figura 16 – Imagem da marquise com escoramento inadequado	28
Figura 17 – Diagrama do momento fletor para marquise com escoramento inadequado.	28
Figura 18 – Incidência do vento sobre placa de anúncio causando flexão na estrutura ...	29
Figura 19 – Camadas sobrepostas de impermeabilização na estrutura da marquise	30
Figura 20 – Carbonatação ocasionada pela fissuração	31
Figura 21 – Representações de fissuras de acordo com a solicitação	32
Figura 22 – Desagregação do concreto	32
Figura 23 – Tipo de corrosão em armadura	34
Figura 24 – Fluxograma para o diagnóstico de uma estrutura convencional	36
Figura 25 – Critério para classificação das manifestações patológicas	39
Figura 26 – Imagem da região central de João Pessoa - PB	41
Figura 27 – Área analisada	43
Figura 28 – Marquise 01	44
Figura 29 – Marquise 01.1	44

Figura 30 – Marquise 02	44
Figura 31 – Marquise 02.1	44
Figura 32 – Marquise 03	45
Figura 33 – Marquise 03.1	45
Figura 34 – Marquise 04	47
Figura 35 – Marquise 04.1	47
Figura 36 – Marquise 05	48
Figura 37 – Marquise 06	48
Figura 38 – Marquise 07	50
Figura 39 – Marquise 08	51
Figura 40 – Marquise 09	53
Figura 41 – Marquise 10	54
Figura 42 – Marquise 11	54

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Frequência de patologias nas marquises da Rua Gama de Melo.....	46
Gráfico 2 – Frequência de patologias nas marquises da Av. Barão do Triunfo.....	49
Gráfico 3 – Frequência de patologias nas marquises da Rua Maciel Pinheiro	52
Gráfico 4 – Frequência de patologias nas marquises da Rua Cardoso Vieira.....	55
Gráfico 5 – Comparativo da frequência das manifestações patológicas.....	56
Gráfico 6 – Frequência das manifestações patológicas da região estudada.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Relação entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal.	35
Tabela 2 –	Levantamento de acidentes com marquise	40
Tabela 3 –	Situação das marquises da Rua Gama de Melo	46
Tabela 4 –	Situação das marquises da Av. Barão do Triunfo.....	49
Tabela 5 –	Situação das marquises da Rua Maciel Pinheiro.....	52
Tabela 6 –	Situação das marquises da Rua Cardoso Vieira	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BA	Bahia
CAA	Classe de agressividade ambiental
CE	Ceará
CHJP	Centro Histórico de João Pessoa
Copac	Coordenadoria do Patrimônio Cultural
ES	Espírito Santo
Iphaep	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico do Estado da Paraíba
Iphan	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
MPE	Ministério Público do Estado
NBR	Normas Brasileiras de Regulamentação
PB	Paraíba
PE	Pernambuco
RJ	Rio de Janeiro
Sinaenco	Sindicato da Arquitetura e da Engenharia

LISTA DE SÍMBOLOS

CO	Monóxido de Carbono
CO ₂	Gás Carbônico
ELS-W	Estado-limite de abertura das fissuras
pH	Potencial hidrogeniônico
SO ₂	Dióxido de enxofre
W	Abertura das fissuras

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	OBJETIVOS	18
2.1	OBJETIVO GERAL	18
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
3.1	MARQUISES	18
3.1.1	Tipo de marquise	18
3.1.2	Carregamento atuante em marquise	23
3.2	PATOLOGIAS EM MARQUISES	23
3.2.1	Falha de projeto	23
3.2.2	Utilização de materiais inadequados	24
3.2.3	Falha no processo de execução	24
3.2.3.1	Posicionamento inadequado das armações	25
3.2.3.2	Escoramento incorreto de fôrma	26
3.2.4	Falha decorrente da má utilização	28
3.3	PROCESSO DE DETERIORAÇÃO E MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICAS	30
3.3.1	Processo de deterioração do concreto	30
3.3.2	Processo de deterioração da armação	33
3.4	INSPEÇÃO DE MARQUISE	35
3.4.1	Inspeção visual	37
3.4.2	Análise de dados	39
4	ACIDENTES COM MARQUISE NO BRASIL	39
5	METODOLOGIA	41
6	ESTUDO DE CASO	41
6.1	ÁREA DE ESTUDO	41
6.1.1	Marquise em João Pessoa – PB	42
6.1.2	Inspeção e manutenção da região central de João Pessoa – PB	42
6.1.3	Área analisada	43
6.1.3.1	Análise da Rua Gama de Melo	43
6.1.3.2	Análise da Av. Barão do Triunfo	46

6.1.3.3	Análise da Rua Maciel Pinheiro	50
6.1.3.4	Análise da Rua Cardoso Vieira	53
6.1.3.5	Análise do conjunto de Marquise da região de estudo	56
7	CONCLUSÃO	57
	REFERÊNCIAS	58

1. INTRODUÇÃO

A Engenharia Civil é a área dentro das ciências exatas responsável pela criação de novas construções, além de estudar e corrigir problemas desenvolvidos ao longo do tempo, objeto de análise da Patologia de Estruturas, uma sub área da Engenharia Civil com o objetivo de determinar as causas desses problemas, assim como o desenvolvimento de ações preventivas e terapêuticas.

De acordo com Azevedo (2011), os problemas que se manifestam nas estruturas de concreto são indícios de comportamento irregular do sistema ou de durabilidade abaixo da esperada, devendo ser devidamente avaliados e adequadamente corrigidos para que não resulte no comprometimento das condições de estabilidade e segurança da estrutura.

Para evitar comprometimento das condições de estabilidade, é necessário atenção durante os cálculos estruturais, escolha correta dos materiais, execução controlado por profissionais qualificados, e conservação e manutenção ao longo do tempo. A falta de manutenção faz com que pequenas manifestações patológicas, que teriam baixo custo de recuperação, evoluam para situações de desempenho insatisfatório, de deficiente aspecto estético, de possível insegurança estrutural e de alto custo de recuperação.

Pelo fato de marquise se tratar de uma estrutura em balanço, apresentando apenas um vínculo com a fachada da edificação, os cuidados com as mesmas são essenciais. Em meios urbanos como é o caso do centro de João Pessoa - PB, a atenção com esse tipo de estrutura deve ser redobrada, devido à grande quantidade de emissão de gases poluentes, os quais são extremamente agressivos e propícios para a deterioração da estrutura.

É nesse contexto que o estudo das patologias em marquises localizadas no centro urbano de Joao Pessoa-PB foi desenvolvido, visto que a região estudada é marcada por construções antigas, apresentando problemas relacionados à idade avançada sem os cuidados necessários, além da presença de grande quantidade de emissão de gases poluentes, apresentar clima úmido e quente, e estar próxima ao litoral paraibano recebendo assim influência da maresia. Todos esses fatores faz da região central de João Pessoa-PB uma área vulnerável ao desenvolvimento de manifestações patológicas.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma análise sobre as patologias nas marquises do centro urbano da cidade de Joao Pessoa –PB.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Inspeccionar visualmente um grupo de marquises no centro urbano de João Pessoa-PB;
- Identificar as possíveis causas no desenvolvimento das Patologias;
- Relacionar o tipo de manifestação patológica e sua frequência nas estruturas em estudo.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. MARQUISES

Marquise pode ser definida como uma estrutura em balanço vinculada ao plano da fachada que se projeta sobre o logradouro público, possuindo engaste em apenas um dos lados com viga componente da edificação. Devido a esse fato, as marquises merecem uma atenção maior desde sua concepção estrutural, execução, até a utilização. Jordy e Mendes (2006), afirmam que as marquises são estruturas isostáticas ou ainda hiperestáticas de baixo grau, por possuírem pouca vinculação ao restante da edificação. A falha de uma vinculação, qualquer que seja, pode ser condição suficiente para a perda da estabilidade da estrutura.

A estrutura da marquise depende do vão do balanço e da carga exercida sobre ele, podendo ser constituída por lajes simples em balanço, que são as mais frequentes, ou ainda, sendo compostas por estruturas mais complexas formadas por vigas ou lajes.

3.1.1. Tipos de marquises

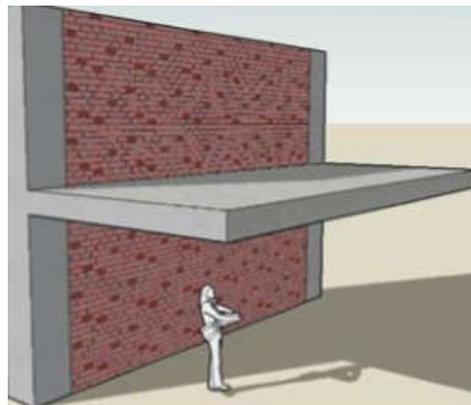
ROCHA (1987) classifica as marquises conforme a existência e posição das vigas em: marquises com laje simples em balanço, podendo ser engastada na viga da fachada ou engastada na laje interna, e em marquises formada por laje e viga.

- Marquise com laje simples em balanço

Este tipo de marquise é indicada para balanços de até 1,8m, cujos esforços predominantes são de flexão na face superior, gerando assim momentos negativos. Para combater esse momento negativo, as armaduras principais são dispostas na parte superior da laje, levando em conta que essa área fica mais sujeita a ação de umidade e intempéries, tornando a armadura mais vulnerável à agentes agressivos e resultando numa maior probabilidade de deterioração.

A Figura 1 apresenta uma ilustração de uma marquise do tipo laje simples em balanço.

Figura 1: Marquise formada por laje simples em balanço



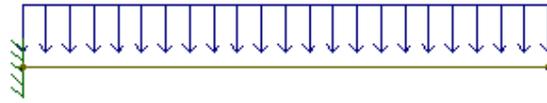
Fonte: MEDEIROS e GROCHOSKI, 2007

As marquises com laje simples em balanço ainda podem ser subdivididas em dois grupos, as que se engastam na viga da fachada e as que se engastam na laje interna, resultando numa continuidade.

Marquise engastada na viga da fachada são casos cuja disposição se assemelha a uma viga em balanço. O fato da laje da marquise não ter continuidade com outras lajes internas à construção faz surgir a condição de que a laje deve estar obrigatoriamente engastada na viga de apoio, de modo que, o momento fletor atuante na laje da marquise seja combatido através do momento de torção na viga, momento este que deve ser considerado na armação da viga.

As Figuras 2 e 3 apresentam o carregamento e o diagrama de momento fletor para marquise engastada na viga da fachada.

Figura 2: Representação de carregamento para marquise engastada na viga da fachada.



Fonte: própria do autor

Figura 3: Diagrama de momento Fletor para marquise engastada na viga da fachada

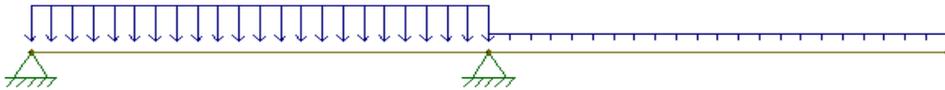


Fonte: própria do autor

Marquises engastadas na laje interna apresentam como diferenciação a presença de continuidade, surgindo assim, a necessidade de conhecer o ponto de interrupção da armadura negativa na laje interna. No caso da laje interna ser armada em uma direção, pode-se delimitar uma faixa de um metro e calcular os esforços solicitantes das duas lajes, sendo possível assim, identificar a posição do momento nulo e conseqüentemente o comprimento da armadura negativa.

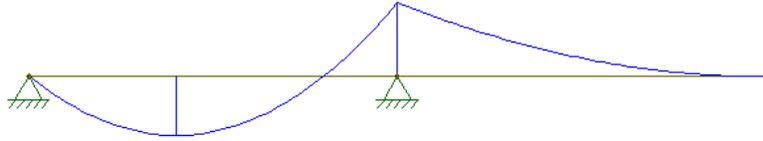
As Figuras 4 e 5 apresentam uma representação do carregamento e momento fletor para marquise engastada na laje interna.

Figura 4: Representação do carregamento para marquise engastada na laje interna.



Fonte: própria do autor

Figura 5: Representação do diagrama de momento fletor para marquise engastada na laje interna.



Fonte: própria do autor

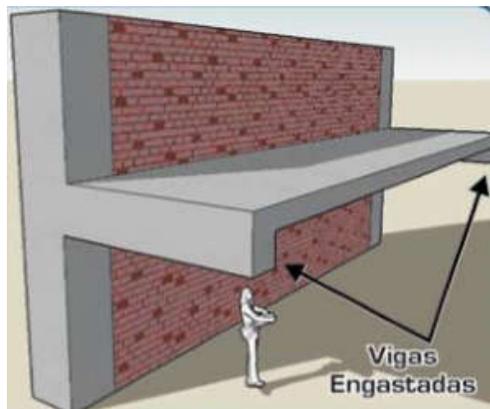
Quando a laje interna é armada em duas direções, deve se realizar uma combinação dos resultados para cada direção. Sendo a laje da marquise calculada como uma viga em balanço, e a laje interna calculada para a carga uniformemente distribuída combinada com um momento fletor aplicado de forma uniforme ao longo da borda de ligação com a laje da marquise (ROCHA, 1987).

- Marquise formada por laje e viga

Em marquises com balanços maiores que 1,8m é indicado um arranjo formado por laje e viga, com a finalidade de evitar lajes com espessura muito grande.

A Figura 6 apresenta uma representação de uma marquise formada por laje e viga.

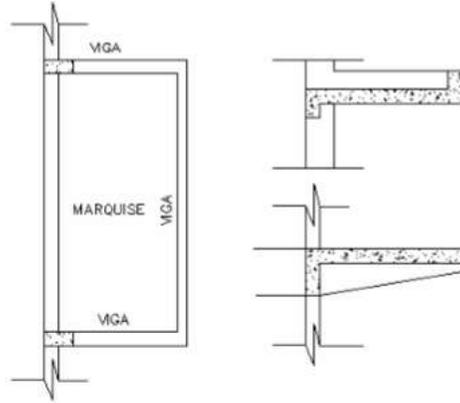
Figura 6: Marquise formada por laje e viga



Fonte: MEDEIROS e GROCHOSKI, 2007.

A Figura 7 apresenta uma representação de um arranjo de marquise formada por laje e viga.

Figura 7: Arranjo de marquise formado por laje e viga



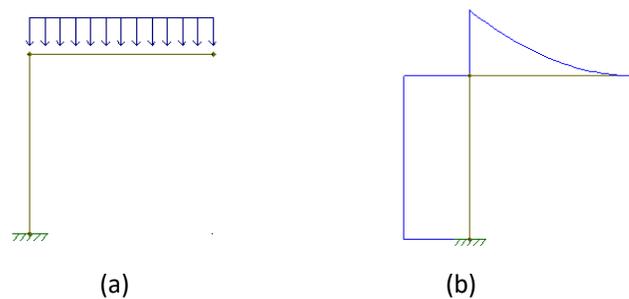
Fonte: CARMO, 2009.

De acordo com a Figura 7, verifica-se que a laje é simplesmente apoiada em vigas laterais e vigas de bordo. Por sua vez, as vigas podem apresentar continuidade ou não com a laje interna. Caso não haja continuidade, as vigas devem ser engastadas nos pilares.

Rocha (1987) mostra que marquises com lajes apoiadas em vigas que não tem continuidade com as lajes internas, apresentam momento fletor que sollicita a viga e o pilar. Pilares de um lance com a base engastada têm um momento fletor constante ao longo da sua altura e igual ao momento negativo da viga.

As Figuras 8 (a) e 8 (b) apresentam representações de carregamento e momentos fletor, respectivamente.

Figura 8: Representação das solicitações no pilar devido a carga da marquise



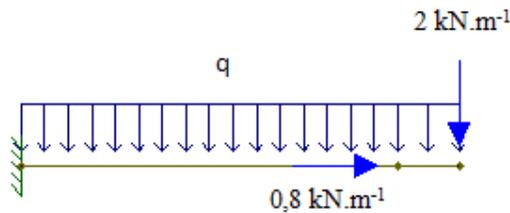
Fonte: própria do autor.

3.1.2. Carregamento atuante em marquise

De acordo com a NBR 6120:1980, além das cargas permanentes e acidentais devem ser consideradas carga horizontal de $0,8 \text{ kN.m}^{-1}$ na extremidade do balanço e uma carga vertical mínima de 2 kN.m^{-1}

A Figura 9 mostra uma representação de um carregamento atuante em marquise.

Figura 9: Carregamento atuante numa marquise



Fonte: própria do autor

3.2. PATOLOGIAS EM MARQUISES

As patologias em marquises podem surgir devido a falhas em diversas etapas, sendo elas: a fase de projeto, escolha de materiais, execução, utilização e manutenção. Para que haja o colapso da estrutura, não é necessariamente preciso que ocorra falha em apenas uma das etapas, mas sim, através da combinação de dois ou mais fatores individuais, agravando as falhas, levando assim ao colapso da estrutura.

3.2.1. Falha de projeto

Durante a fase de concepção estrutural, diversos são os tipos de falhas que podem ocorrer, sendo elas durante o estudo preliminar, na elaboração do anteprojeto, ou do projeto de execução. Outros fatores que devem ser levados em consideração é a ausência de detalhamento no projeto, de especificação adequada do cobrimento de concreto em relação à armação presente na NBR 6118, de considerações devidas das cargas prescritas na NBR 6120 e de uma adequada elaboração de projeto de impermeabilização atendendo aos padrões da NBR 9575.

Segundo Alvez (2007), logo nos primeiros anos da conclusão de uma obra as patologias causadas por erros operacionais aparecem na edificação.

Helene (1988), afirma que as falhas de planejamento ou de projeto são, em geral, mais graves que as falhas de qualidade dos materiais ou de má execução, motivo pelo

qual é sempre preferível investir mais tempo no detalhamento e estudo da estrutura que, por falta de previsão, venha a se tomar decisões apressadas e/ou adaptadas durante a execução.

3.2.2. Utilização de materiais inadequados

Projeto estrutural adequado nem sempre está isento de possíveis patologias, podendo ocorrer essas manifestações quando relacionadas a escolha inadequada ou um mal armazenamento dos materiais utilizados na execução da obra.

Os agregados são os materiais utilizados em maior proporção nas obras de Engenharia, correspondendo em cerca de 70% do volume total nas produções de argamassas, concretos, devendo, portanto seguir rigidamente as condições especificadas, segundo a norma NBR 7211, na qual especifica os teores admissíveis de substâncias nocivas, tais como torrões de argila, material pulverulento, materiais carbonosos, teor de sais solúveis e impurezas orgânicas. No caso do cimento, deve ser realizado uma seleção do tipo de cimento em função da classe de agressividade do meio, de acordo com as normas NBR 5732, NBR 5733, NBR 5735 e NBR 5736.

Outro fator importante a ser considerado na produção de marquises é o sistema de impermeabilização, cuja etapa sendo bem desenvolvida pode evitar grande parte das manifestações patológicas causadas por problemas de infiltração.

3.2.3. Falha no processo de execução

Na execução de sistemas construtivos, podem ocorrer falhas das mais diversas naturezas, associadas às causas tão variadas como a falta de condições locais de trabalho (cuidados e motivação), não capacitação profissional da mão-de-obra, inexistência de controle de qualidade de execução, má qualidade de materiais e componentes, assim como por irresponsabilidade técnica (MATTJE, 2002).

Durante a realização da obra da marquise é fundamental que as especificações do projeto sejam obedecidas, sendo necessário que se tenha atenção desde a posição e forma de caranguejos, assim como cuidados especiais com os espaçadores entre as fôrmas e armação, para que se tenha a espessura de cobrimento de concreto adequada sobre a face da armação. Outro aspecto fundamental é com relação a cura do concreto, necessitando de uma cura ideal com baixo calor de hidratação, evitando-se o aparecimento de fissura.

3.2.3.1. Posicionamento inadequado das armações

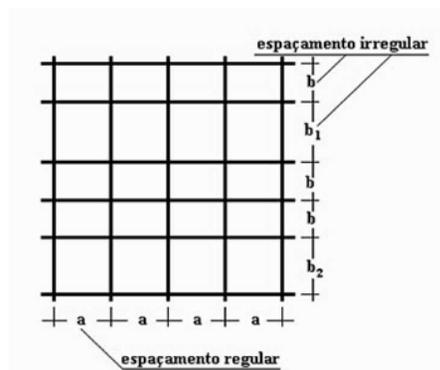
As marquises são caracterizadas como estrutura em balanço, tornando-a sujeita a momentos negativos. Para combater esses momentos, é necessária uma armação na face superior no momento da execução, necessitando cuidado especial com a mesma, verificando a bitola, posicionamento e distância entre as barras de aço.

Mesmo com a disposição correta das armaduras, elas ainda merecem uma verificação cuidadosa até o momento final da concretagem, pois de acordo com sua localização, a mesma está mais exposta ao deslocamento devido a movimentação de operários durante a sua montagem, concretagem, ou até mesmo no ato de adensar o concreto com a utilização de vibradores.

De acordo com Dorigo (1996), o posicionamento das barras de momento negativo abaixo do previsto em projeto não traria maiores consequências em peças de grandes alturas, porém, no caso de uma marquise este efeito é relevante quando esta é apenas estruturada com laje, ou seja, tipo diretamente engastada, cuja altura normalmente é bastante reduzida.

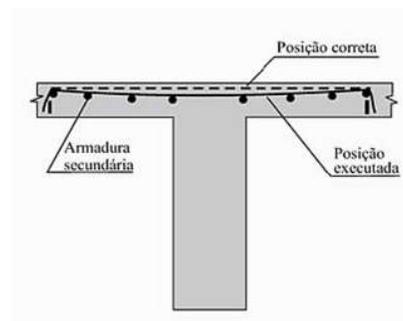
A Figura 10 e 11 apresenta uma representação do espaçamento irregular em armaduras de lajes e armadura negativa da laje fora de posição, respectivamente.

Figura 10: Espaçamento irregular em armadura de lajes.



Fonte: SOUZA e RIPPER, 1998.

Figura 11: Armadura negativa da laje fora da posição.



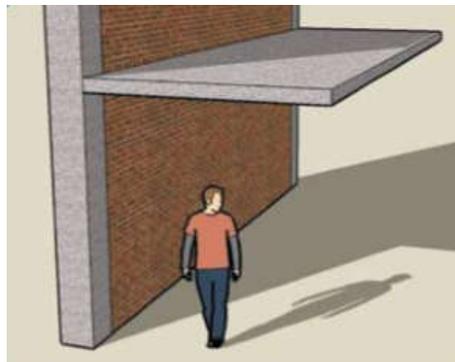
Fonte: SOUZA e RIPPER, 1998.

3.2.3.2. Escoramento incorreto da fôrma

Além da armação, outro cuidado que se deve ter é com o escoramento das fôrmas da marquise, pois um escoramento realizado inadequadamente pode alterar o seu comportamento estrutural, sendo necessário realizar o escoramento de acordo com o arranjo estrutural da marquise.

A Figura 12 apresenta uma representação da imagem de uma marquise sem escoramento.

Figura 12: Imagem da marquise sem escoramento



Fonte: MEDEIROS e GROCHOSKI, 2007.

A Figura 13 apresenta uma representação do diagrama do momento fletor de uma marquise sem escoramento.

Figura 13: Diagrama do momento fletor para marquise sem escoramento



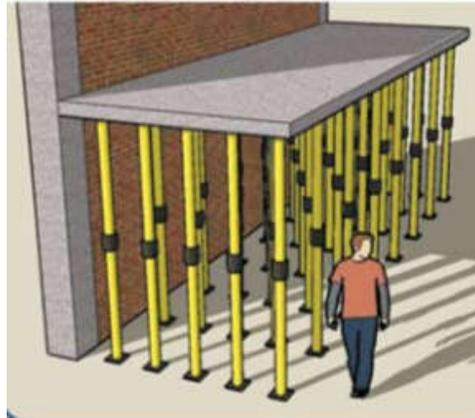
Fonte: própria do autor.

Levando em conta o comportamento estrutural, Medeiros e Grochoski (2007), propõe o seguinte esquema de escoramento:

“na ausência de cálculos e/ou verificações que provem o contrário, a forma mais correta de se realizar o escoramento de uma marquise é introduzir apoios ao longo de toda a sua extensão com escoras desde sua extremidade até o engaste” (MEDEIROS e GROCHOSKI, 2007, p. 101).

A Figura 14 apresenta uma representação de uma marquise com escoramento ideal.

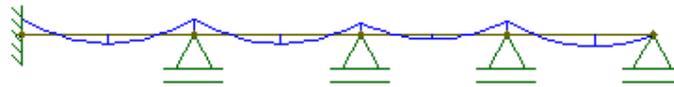
Figura 14: Imagem da marquise com escoramento indicado



Fonte: MEDEIROS e GROCHOSKI, 2007.

A Figura 15 apresenta uma representação do diagrama de momento fletor para uma marquise com escoramento ideal.

Figura 15: Diagrama do momento fletor para marquise com escoramento indicado

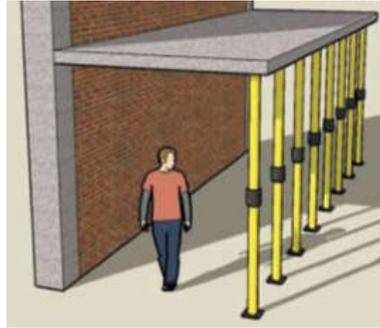


Fonte: própria do autor

Muitas vezes é fácil de observar a prática inadequada do escoramento de marquises, sendo realizado o escoramento apenas na extremidade do balanço, fazendo com que a marquise trabalhe como uma estrutura engastada numa extremidade e apoiada na outra, alterando o esforço atuante na estrutura.

A Figura 16 apresenta uma representação de uma marquise com escoramento inadequado.

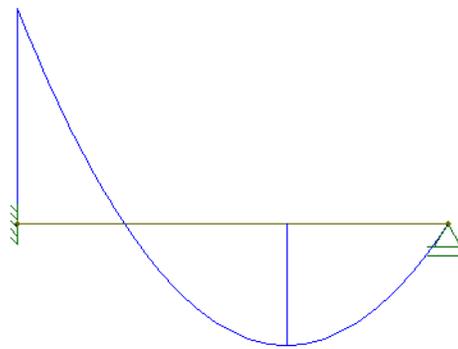
Figura 16: Imagem da marquise com escoramento inadequado



Fonte: MEDEIROS e GROCHOSKI, 2007.

A Figura 17 apresenta uma representação do diagrama de momento fletor para uma marquise com escoramento inadequado.

Figura 17: Diagrama do momento fletor para marquise com escoramento inadequado



Fonte: própria do autor.

De acordo com a Figura 17, esse modelo de escoramento a estrutura apresenta uma solicitação de momento positivo, porem a marquise não apresenta armação para combatê-la.

Outros cuidados que se deve ter com o escoramento, segundo PINI (2008), é com o prumo do escoramento para que ele realmente suporte a carga necessária e a compactação e nivelamento do terreno onde a escora irá se apoiar para garantir a estabilidade, além da recomendação de uso de pranchões de madeira para aumentar a área de contato e diminuir a tensão aplicada no solo.

3.2.4. Falha decorrente da má utilização

Mesmo que as etapas descritas nos itens 3.2.1, 3.2.2, e 3.2.3 não apresentem falhas durante suas execuções, à marquise pode apresentar patologias devido à má utilização, ou

falta de manutenção. Os pontos mais preponderantes nessa etapa são falta de cuidados durante a sua utilização, ocasionando uma sobrecarga não prevista no projeto, e a falta de manutenção ou manutenção inadequada do sistema de impermeabilização ou drenagem.

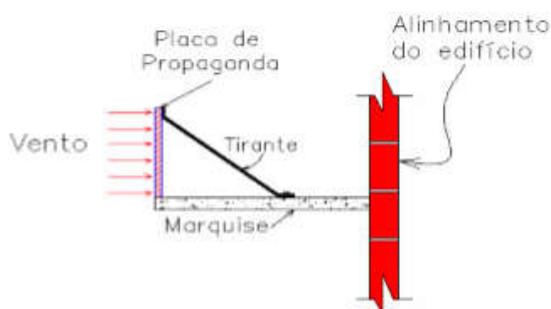
O poder público é responsável pela inspeção, enquanto que o proprietário do imóvel tem total responsabilidade pela manutenção, de acordo com o Código Civil - Lei 10406 de 10/01/2002.

***Art. 937.** O dono de edifício ou construção responde pelos danos que resultarem de sua ruína, se esta provier de falta de reparos, cuja necessidade fosse manifesta*

***Art. 938.** Aquele que habitar prédio, ou parte dele, responde pelo dano proveniente das coisas que dele caírem ou forem lançadas em lugar indevido.*

Em áreas comerciais que predominam construções antigas os usuários de edificações geralmente instalam letreiros na extremidade da marquise gerando um acréscimo de carga linear na borda, carga esta que não foi considerada durante o projeto. Um agravante para essa situação, de acordo com Medeiros e Grochoski (2007), está relacionado com o fato de que o esforço do vento sobre os letreiros é transmitido à marquise que pode ter sua estabilidade ameaçada, podendo vir a ruir de acordo com a Figura 18.

Figura 18: Incidência do vento sobre placa de anúncio causando flexão na estrutura



Fonte: CARMO, 2009.

A instalação de central de ar condicionado entre outros aparelhos também causa uma sobrecarga na marquise, desde que não considerada no momento do projeto.

A manutenção inadequada da impermeabilização pode ocasionar um acréscimo de carga, em algumas ocasiões, há a prática da sobreposição do sistema de impermeabilização juntamente com a argamassa de proteção ao invés da retirada do sistema antigo e só depois a

aplicação de um novo. Essa situação pode ser agravada de acordo com a quantidade de camadas e espessura da impermeabilização de acordo com a Figura 19.

Figura 19: Camadas sobrepostas de impermeabilização na estrutura da marquise



Fonte: JORDY e MENDES, 2006.

Outro fator que pode ocasionar sobrecarga é devido ao acúmulo de água, além da umidade favorecer o surgimento de patologias, sendo isso ocasionado pela obstrução do sistema de drenagem, previsto pela ABNT NBR 6118:2014.

3.3. PROCESSO DE DETERIORAÇÃO E MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

De acordo com a ABNT NBR 6118:2014, devem ser considerados os mecanismos de deterioração relativos ao concreto, à armação e a estrutura propriamente dita.

3.3.1. Processo de deterioração do concreto

Entre os processos de deterioração de maior incidência nas marquises, pode-se destacar os processos de lixiviação, carbonatação, fissuração e desagregação do concreto.

A lixiviação é um processo de corrosão ocasionado pela dissolução e arraste do hidróxido de cálcio presente na composição do cimento Portland endurecido. Esse processo ocorre devido ao ataque do concreto por águas puras, impuras ou ácidas, diminuindo o pH do concreto (SOUZA e RIPPER, 1998).

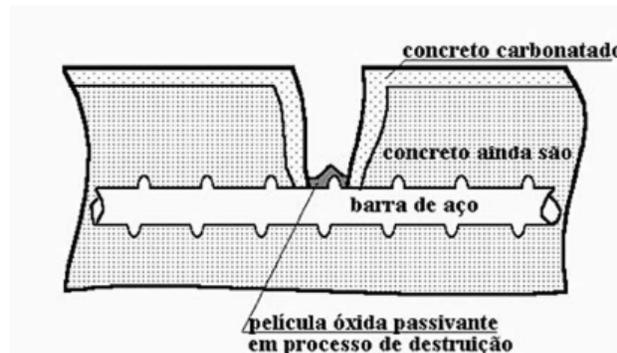
O processo de lixiviação causa perda de resistência mecânica, aumento na vulnerabilidade da estrutura, além de alterações estéticas, devido a reação do CO₂ presente no ar, resultando numa precipitação de crostas brancas de carbonato de cálcio na superfície inferior da marquise.

Uma outra forma de deterioração de estruturas de concreto é a corrosão por carbonatação, ocorrendo assim como o processo de lixiviação uma redução no pH do

concreto, através da penetração do CO_2 que atua como dissolvente no concreto fresco, formando o carbonato de cálcio.

Souza e Ripper (1998) afirmam que nos casos em que a abertura das fissuras seja maior que 0,4mm, a penetração da carbonatação é acelerada, seguindo a orientação dada pela direção das fendas, para o interior do concreto e rumo às barras da armadura, implantando, inevitavelmente, a corrosão, como se pode observar na Figura 20.

Figura 20: Carbonatação ocasionada pela fissuração



Fonte: SOUZA e RIPPER, 1998.

O processo de deterioração por fissuração é decorrente de diferentes formas de manifestações patológicas, podendo ser relacionada por diferentes causas, tais como: cura inadequada, retração, expansão, ataques químicos, excesso de carga, erros de projetos, erros de execução.

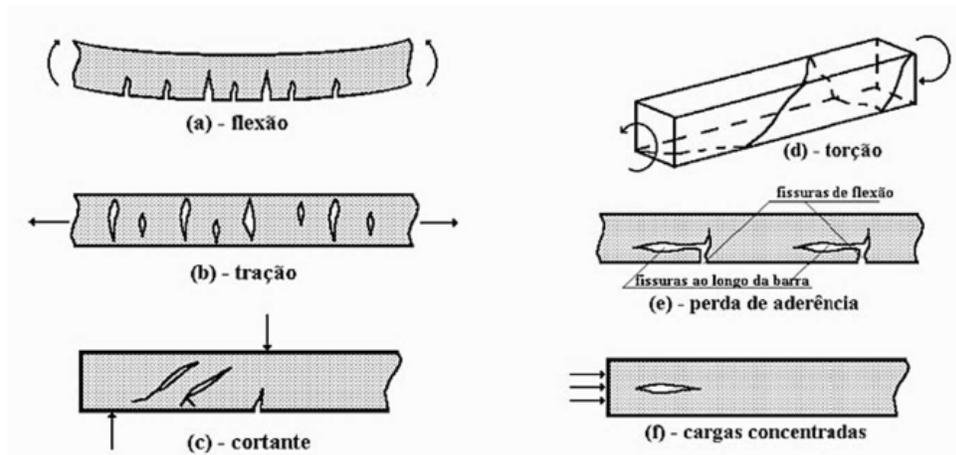
Segundo a NBR 6118 (2014, p. 79):

“A fissuração em elementos estruturais de concreto armado é inevitável, devido à grande variabilidade e à baixa resistência do concreto à tração; mesmo sob as ações de serviço (utilização), valores críticos de tensões de tração são atingidos. Visando obter bom desempenho relacionado à proteção das armaduras quanto à corrosão e à aceitabilidade sensorial dos usuários, busca-se controlar a abertura dessas fissuras”.

A NBR 6118:2014 limita a abertura das fissuras com o intuito de não comprometer a durabilidade da edificação. Nas estruturas de concreto armado, em meio urbano, que segundo a norma é classificado como uma área de agressividade ambiental moderada, a presente norma estabelece um limite aceitável de abertura de fissuras em 0,3mm, já Medeiros e Grochoski (2007) defendem que nos casos de marquises esse limite se restrinja a uma faixa de 0,05mm evitando alterações na maneira de como se dimensiona o projeto.

A Figura 21 apresenta alguns modelos de manifestações de fissuras de acordo com os esforços solicitantes.

Figura 21: Representações de fissuras de acordo com a solicitação



Fonte: SOUZA e RIPPER, 1998.

O surgimento de fissuras na parte superior da marquise é extremamente prejudicial, pois facilita a entrada de agentes agressivos em direção a armadura negativa dando início ao processo de deterioração da armação.

No processo de desagregação, ocorre o fenômeno de separação física do concreto, com perdas nas suas características monolíticas, e na maioria das vezes, perda da capacidade de engrenamento entre os agregados e da função ligante do cimento. Como consequência, tem-se que uma peça com seções de concreto desagregado perderá, localizada ou globalmente, a capacidade de resistir aos esforços que a solicitam (SOUZA e RIPPER, 1998).

As causas da desagregação são as mais diversas possíveis, podendo ter sua origem na fissuração do concreto, na corrosão do concreto por reações químicas (lixiviação, fluidos ácidos, ataques por sulfatos), ou através de ataques biológicos por parte de plantas e microrganismos.

A Figura 22 apresenta uma estrutura de concreto após sofrer o processo de desagregação.

Figura 22: Desagregação do concreto



Fonte: própria do autor.

3.3.2. Processo de deterioração da armação

No caso da armação da estrutura, a deterioração se dá devido ao processo de corrosão da armadura, que se inicia pela destruição da película passivamente existente ao redor de toda a superfície exterior das barras.

O filme protetor do aço é considerado estável desde que o pH da solução permaneça acima de 11,5, limite este estabelecido para o cimento Portland hidratado conter alcalis em solução presente nos poros do concreto e apresentar cerca de 20% (m/m) de hidróxido de cálcio sólido, permitindo o sistema a manter alcalinidade próximo de pH 12. Sob certas condições (por exemplo, quando o concreto tem alta permeabilidade e quando os álcalis e a maior parte do hidróxido de cálcio ou é carbonatada ou lixiviada), o pH do concreto junto ao aço pode ser reduzido a menos de 11,5 e, segundo Mehta e Monteiro (2008), isso ocasionaria a destruição da passividade do aço, propiciando condições para o processo de corrosão.

Este processo tem início, principalmente, como uma consequência da deterioração do concreto, visto que, o concreto ao redor da armadura funciona como uma camada protetora. Conforme explicado nos itens anteriores, o aparecimento de fissuras acarreta em possível acesso de agentes agressores e favoráveis a corrosão.

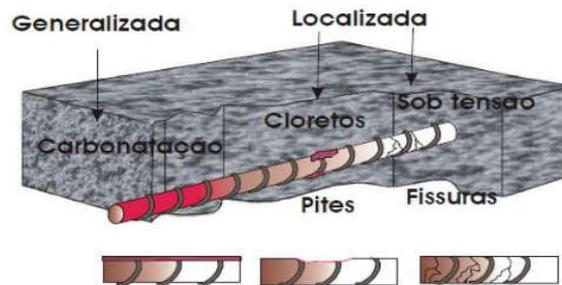
Medeiros e Grochoski (2007) afirmam que o sistema de impermeabilização impede o acesso de umidade e de agentes agressivos nas fissuras existentes de forma mais ou menos eficiente, reduzindo o risco de corrosão do aço na região do engaste da marquise. A falta de manutenção deste sistema permite o acesso de agentes agressivos como íons cloretos e poluentes atmosféricos típicos como o gás carbônico (CO_2), monóxido de carbono (CO), e outros gases ácidos tipo SO_2 , que juntos com água de chuva formam a chamada chuva ácida de alto poder de deterioração sobre estruturas de concreto. Acrescente a esta agressividade a presença de fuligem ácida decorrente da queima de combustíveis e a presença de fungos típicos de ambientes úmidos e quentes.

Nos casos das marquises, Gonçalves (2006) ainda acrescenta que um agente agressivo que deve ser considerado são os excrementos de pombos que geralmente frequentam as marquises, cujos apresentam características ácidas e podem penetrar pelas fissuras e acarretam a corrosão.

Os danos ao concreto resultantes da corrosão da armadura se manifestam na forma de expansão (que pode chegar a cerca de até 600% do volume inicial), fissuração e eventual desagregação do concreto de cobrimento. Além da perda do cobrimento, um elemento de concreto armado pode sofrer dano estrutural devido à perda não só de aderência entre aço e o concreto, como também de área de seção transversal da barra (MEHTA e MONTEIRO, 2008).

De acordo com a morfologia, a corrosão pode ser classificada como: generalizada, puntiforme (por pite) ou sob tensão fraturante, conforme apresentado na Figura 23.

Figura 23: Tipo de corrosão em armadura



Fonte: CASCUDO, 1997.

- Generalizada: é comum em vários tipos de estrutura e não apresenta uma gravidade acentuada, podendo ser uniforme ou não uniforme.
- Puntiforme: caracteriza-se por ser localizada, podendo aprofundar-se e causar ruptura pontual. A corrosão é tão intensa quanto maior a relação área catódica/anódica, tendendo assim a ser gravíssima.
- Sob tensão: localizada como a corrosão por pite, típica em armadura sob alta tensão fissurando a estrutura do aço. Sua gravidade se deve ao fato de não apresentar sintomas visuais, mas pela ocorrência de rupturas bruscas.

Dentre os diversos tipos de corrosão mencionados acima, a corrosão sob tensão é comum nas barras de engastamento de uma marquise. De acordo com Helene (1994), esse

processo é mais veloz, com a formação de macro célula de corrosão sob tensão na região da fissura, o aço fragiliza localmente e rompe bruscamente.

Corrosão se trata de um processo evolutivo, que vai se agravando com o passar do tempo. Caso não haja uma identificação e medidas de segurança no início da sua manifestação, ela pode comprometer a segurança estrutural.

Além de uma adequada instalação e manutenção de sistema de impermeabilização, considerações corretas na realização de projeto podem minimizar a possibilidade de surgimento de corrosão. Levando em conta que, de acordo com a NBR 6118, p. 20, o risco e a evolução da corrosão do aço na região das fissuras de flexão transversais à armadura principal dependem essencialmente da qualidade e da espessura do concreto de cobrimento.

A NBR 6118:2013, indica a aplicação do cobrimento mínimo indicado na Tabela 1, levando em consideração o tipo de estrutura e o ambiente no qual ela está inserida, e desde que seja maior que o diâmetro da barra considerada.

Tabela 1: Relação entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal

Tipo de concreto estrutural	Elemento	CAA (Classe de Agressividade Ambiental)	Cobrimento (mm)
Concreto Armado	Laje	CAA II (agressividade moderada em ambiente urbano)	25
	Viga / Pilar		30

Fonte: ABNT 6118, 2014.

3.4. INSPEÇÃO DE MARQUISE

A inspeção consiste numa prática muito importante, visto que através dela que se pode realizar prevenção, ou até mesmo a recuperação de uma estrutura de concreto. Em especial se tratando de marquise, na qual a sua ruína pode até representar riscos fatais aos pedestres que circundam por elas.

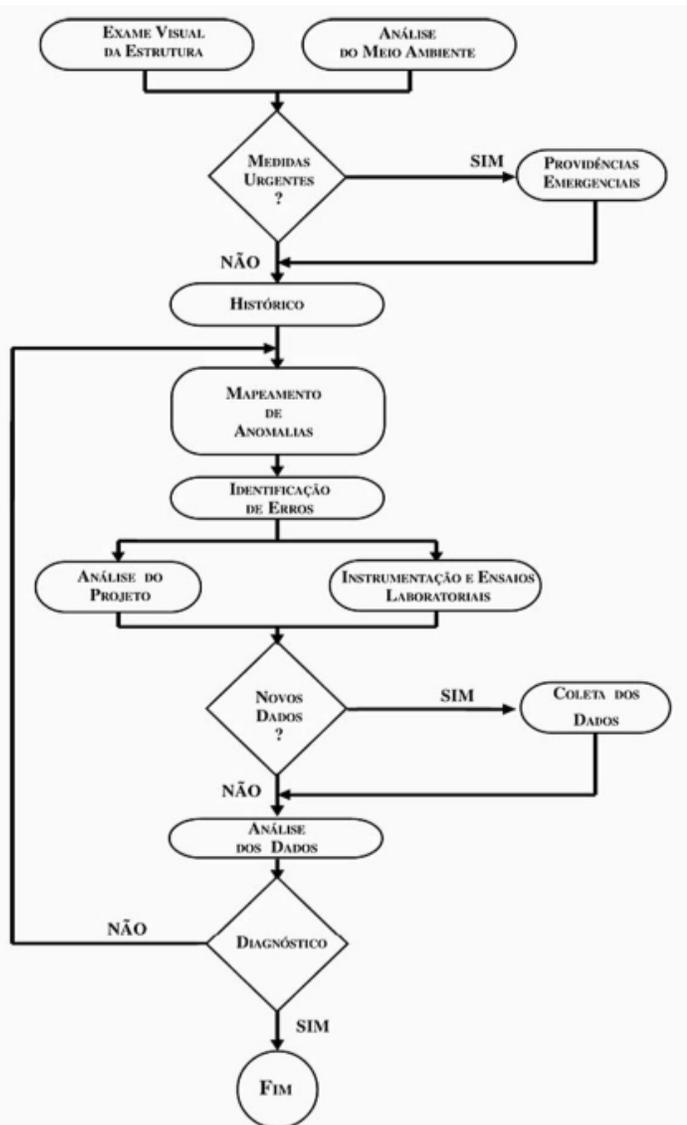
Com a percepção de manifestações patológicas em uma estrutura de concreto, torna-se necessário a identificação de sua real situação. De acordo com Ripper e Souza (1998), a avaliação de uma estrutura é realizada em três etapas, sendo elas:

- A primeira etapa consiste no levantamento de dados, sendo o seu resultado que indica a necessidade ou não de adoção de medidas especiais, ou ainda, sendo responsável por fornecer subsídios necessários para que a análise possa ser feita corretamente;

- A segunda etapa se refere à análise dos dados, sendo necessário um perfeito entendimento do comportamento da estrutura e de como surgiram e se desenvolveram os sintomas patológicos;
- A terceira etapa consiste no diagnóstico da estrutura.

Ripper e Souza (1998) organizaram essas etapas num fluxograma, representado na Figura 24.

Figura 24: Fluxograma para o diagnóstico de uma estrutura convencional



Fonte: SOUZA e RIPPER, 1998.

Segundo Gomes (2003), a inspeção deve seguir uma metodologia simplificada e eficaz, além de ser realizada através da análise de projeto, das características geométricas da estrutura, de inspeção visual ou ainda de inspeção detalhada com equipamento adequado.

O estudo de Dal Molin e Campagnolo (1989) diz que a inspeção de marquise deve verificar as seguintes manifestações:

- Existência de fissuras, sua localização e abertura;
- Estado de deformação da estrutura;
- Pontos de corrosão ou ataque químico;
- Perda de seção das barras de aço;
- Condições do sistema de impermeabilização e drenagem;
- Acúmulo de detritos.

De acordo com Cunha, Nelson e Souza (1996, p. 166): “os procedimentos de emergência são de dois tipos: aqueles adotados por ocasião da vistoria, através do simples exame visual, e aqueles adotados após a análise detalhada por ocasião da elaboração do parecer técnico”.

3.4.1. Inspeção Visual

Segundo Castro (1994) a inspeção visual consiste em uma importante etapa para a determinação dos agentes patológicos que atuam na estrutura degradando-a, e ainda, em muitos casos, quando as manifestações patológicas já estão perfeitamente definidas, não há a necessidade de se fazer inspeções mais aprofundadas visto que o diagnóstico já está concluído.

A inspeção deve conter um levantamento fotográfico com a finalidade de registrar os problemas encontrados nas marquises, assim como, anotações dos sintomas visuais, identificação da agressividade do ambiente com base na NBR 6118:2013, análise visual das armaduras já expostas, fotografando as zonas de desagregação do concreto e tomando nota da espessura do cobrimento nominal, da redução do diâmetro da armadura, da quantidade de cor dos óxidos e dos aspectos gerais do concreto.

Como mencionado no item 3.3.1, a forma e localização da fissura pode indicar a sua origem, ou seja, o tipo de patologia que a causou. Outro processo fácil de ser verificado é a corrosão em armaduras, os produtos resultantes desse processo têm a coloração marrom-avermelhado e mancham o concreto quando escorrem.

Dal Molin e Campagnolo (1989) ressaltam que a possibilidade de acesso à documentação do projeto estrutural da marquise pode disponibilizar informações importantes para a análise estrutural, sendo que na maioria dos casos essa documentação não existe ou foi perdida, mesmo se tratando de um documento importante que deveria estar de posse do proprietário para correta manutenção e utilização do imóvel.

O estudo de Carmo (2009) comprovou que os resultados da inspeção visual são compatíveis com o estado real da estrutura, pois as inspeções detalhadas comprovaram o estado de conservação verificado visualmente. Apesar disso, não pode ser descartada a necessidade da inspeção detalhada, pois esta fornece um quadro mais completo quanto a segurança e a funcionalidade destas estruturas.

Das vantagens da inspeção visual destaca-se o custo praticamente nulo de materiais, possibilidade de finalização de diagnóstico, ou direcionamento para ensaios laboratoriais. Por outro lado, é limitada às regiões de fácil visualização, não apresentando assim informações científicas e quantitativas em relação ao concreto.

A inspeção visual, segundo Correia (2013), pode ser caracterizada em quatro níveis de gravidade, sendo eles:

- **Nível Satisfatório:** Estruturas sem indícios de problemas estruturais ou de durabilidade, com padrão de construção visualmente satisfatório, porém não isentas do emprego de vistorias para assegurar sua durabilidade e vida útil. Corresponde ao período de vida útil de projeto, em que a estrutura não apresenta manifestações patológicas.
- **Nível Tolerável:** Estruturas sem indícios de problemas estruturais, mas com presença de anomalias de pequena monta e de fácil recuperação que, se não forem tratadas, tendem a causar problemas maiores no futuro.
- **Nível Alerta:** Estruturas em estado de durabilidade duvidosa, com presença de anomalias reveladas em que seria recomendável uma avaliação pormenorizada, podendo ser programada em médio prazo. Representa a fase em que a estrutura atingiu algum limite de serviço ou possui manifestações patológicas.
- **Nível Crítico:** apresentam evidências nítidas de problemas estruturais e de durabilidade, necessitando de verificação imediata ou em curto prazo. Representa a proximidade com a vida útil última da estrutura, com manifestações patológicas graves e comprometimento estrutural.

A classificação citada se resume conforme apresentado na Figura 25:

Figura 25: Critério para classificação das manifestações patológicas



Fonte: CORREA, 2013.

3.4.2. Análise de Dados

De posse das informações coletadas na fase anterior, deve-se realizar a interpretação dos dados. Analisando todos os fatores, detectando todas as manifestações patológicas presentes na estrutura, e assim, identificando as suas possíveis causas e origens. Em seguida, constatar se necessário, a realização de levantamento de dados mais precisos, voltando para a fase de levantamento de dados.

A elaboração do diagnóstico só deve ser realizada quando o profissional tiver completo domínio do problema, mesmo que para isso sejam necessários estudos específicos, pesquisas bibliográficas, ou ainda, pesquisas tecnológicas e/ou científicas. No entanto, a maioria dos casos de patologias é perceptível através de suas manifestações expressas na estrutura construída. A análise da gravidade dos casos baseia-se na existência de riscos frente à segurança dos usuários. Na constatação de situações extremas, devem ser anulados os riscos através de escoramentos ou medidas de proteção aos usuários, proporcionando suporte e tempo suficientes para que a vistoria possa ser executada.

4. ACIDENTES COM MARQUISES NO BRASIL

O estado de degradação das marquises nos centros urbanos é um assunto que vem chamando a atenção da população, devido ao fato de acidentes envolvendo marquises ser

manchetes constantes em noticiários do país, tendo como consequência o aumento nos estudos acadêmicos e fiscalização dos órgãos competentes.

Estudos realizados em diversos centros urbanos comprovam que o estado de degradação dessa estrutura não é um fator localizado, e sim, presente nas mais diversas regiões do país, e que esse estado resulta da combinação de diversos fatores, desde o momento do projeto até a fase de utilização.

No estudo realizado por Medeiros e Grochoski (2007), foi apresentado um quadro com alguns desabamentos de marquises acontecidos no Brasil no período entre 1990 a 2007. Ao realizar um novo levantamento, temos a percepção de que mesmo com o passar do tempo, essas estruturas não vêm recebendo a devida atenção, conforme a Tabela 2.

Tabela 2: Levantamento de acidentes com marquise

Localização	Ano do acidente	Vítima
Centro comercial de Aracajú	2010	1 morte, 2 feridos
Rua Bahia, Salvador	2011	2 feridos
Rua Conde de Bonfim, Tijuca – RJ	2012	-
Rua Afonso Celso, Barra – BA	2012	-
São João da Barra, Grussaí – RJ	2013	2 mortes, 14 feridos
Rua Silva Fortes, BH	2013	1 morte
Hospital Regional Norte – CE	2013	2 feridos
Loja na Estrada da Portela, Madureira – RJ	2013	1 morte, 7 feridos
Estabelecimento comercial, Campina Grande – PB	2013	6 feridos
Prédio em construção, Serra Talhada – PE	2014	-
Loja na Av. Cruz das Armas, João Pessoa, PB	2014	2 feridos
Galeria Esquina 23 de Abril	2015	-
Edifício do CESAR, Recife – PE	2015	2 feridos
Rua Getúlio Vargas, Nova Iguaçu – RJ	2015	-
Loja na rua Carolina Machado, Madureira – RJ	2016	1 morte, 1 ferido
Av. Santos Dumont, Centro de Uberlândia – MG	2016	1 ferido
Edifício Capibaribe, Santo Amaro – PE	2016	-
Cond. Camping do Xodó, Marataízes – ES	2016	-

Fonte: autor

5. METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho, parte inicialmente de uma revisão bibliográfica geral sobre a configuração e comportamento estrutural de marquises, assim como, dos tipos de deterioração mais comuns da estrutura e suas causas. Essa revisão forneceu um embasamento para a identificação das causas e formas de apresentação das patologias, bem como sua vinculação ao risco de desabamento, tornando possível o estudo de caso realizado através da inspeção visual de marquises do centro de João Pessoa-PB, auxiliando no levantamento da situação das mesmas visualmente, e com a realização de análises estatísticas foi possível obter os níveis de incidência de patologias nessas marquises.

6. ESTUDO DE CASO

6.1. ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na área central de João Pessoa-PB, uma região marcada por construções antigas, onde foi formado o primeiro perímetro urbano do estado da Paraíba. Sendo assim, as edificações analisadas são aquelas construídas entre os séculos XVI e XIX podendo apresentar o seu traçado original, ou alterado devido às intervenções urbanas e de projetos de modernização e de restauração.

Com o passar do tempo surgiu à necessidade de manutenções periódicas, porém isso não ocorreu com a maior parte das edificações da região, sendo perceptível ao transitar pelas ruas o descaso com as marquises. O fato da região central da cidade ser mais utilizada para comércio e, por isso, apresentar um elevado fluxo de pessoas, além da sua arquitetura conter uma grande quantidade de marquises, determinou a delimitação para a nossa análise.

Figura 26: Imagem do centro de João Pessoa - PB



Fonte: googlemaps

6.1.1. Marquises em João Pessoa

De acordo com o Código de Obras do Município de João Pessoa-PB (2001), a construção de marquises em edificações não residenciais não deve ter balanço que exceda 2,50m (dois metros e cinquenta centímetros), ter seus elementos acima de 3,00m (três metros) de altura em relação ao nível do passeio e ainda, disporem na parte superior, de caimento no sentido da fachada, junto a qual se instalem calhas e condutores de águas pluviais.

O Código de Postura do Município de João Pessoa-PB diz que “na construção, reconstrução, reforma ou acréscimo dos imóveis, na área do Centro Histórico, não será permitida a existência de marquises;”.

6.1.2. Inspeção e manutenção da região central de João Pessoa

Por ser a terceira cidade mais antiga do Brasil, João Pessoa-PB foi tombada pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan). Desde 6 de dezembro de 2007, estão protegidas cerca de 700 edificações, entre casarios, igrejas e ruas, já o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico do Estado da Paraíba (Iphaep) atuava na área histórica desde 1982, mas foi a partir do Decreto nº 25.138, de 2004, que se redefiniu o perímetro de tombamento do CHJP, a área de tombamento foi ampliada em quase três vezes e os imóveis protegidos passaram a ser aproximadamente 6 mil.

Numa matéria realizada pelo Jornal G1 em 26 de Julho de 2013, o diretor técnico da Superintendência do Iphan na Paraíba, Umbelino Peregrino informou que, periodicamente, são feitas vistorias, por técnicos dos três órgãos de preservação patrimonial que atuam no Estado (Copac, Iphaep e Iphan), com o intuito de reavaliar a situação dos imóveis e encaminhar as informações ao MPE. O mesmo ainda comenta que após o levantamento da situação do imóvel os órgãos encontram uma dificuldade na interlocução com os proprietários, pelo fato do imóvel apresentar demandas judiciais, que são fruto de herança, de litígio, muitas vezes, tendo dificuldade inclusive de identificar quem são os proprietários.

Peregrino ainda declara que “O tombamento não implica em perda de titularidade, sendo apenas um ato jurídico de proteção do imóvel, ou seja, sendo de responsabilidade do dono a manutenção de seu imóvel. A responsabilidade de manutenção é do dono”. Ele informou ainda que, antes de ser submetido a uma intervenção ou reforma, o imóvel localizado dentro da área tombada da cidade tem que passar pelo crivo do organismo responsável pelo tombamento.

6.1.3. Área analisada

A área analisada representada na Figura 27 compreende as ruas: Gama de Melo, Av. Barão do Triunfo, Av. Marciel Pinheiro, Av. Cinco de Agosto e Rua Cardoso Vieira. São ruas que apresentam construções antigas e marcadas pela presença de marquises, além de apresentar um grande fluxo de pessoas por se tratar de uma região comercial.

Figura 27: Área analisada



Fonte: googlemaps

6.1.3.1. Análise da Rua Gama de Melo

A Rua Gama e Melo apresenta 13 (treze) marquises no seu perímetro. Desse conjunto de marquises, apenas duas delas não apresentaram nenhum tipo de patologia aparente, por ter sido realizado manutenção recentemente.

As Figuras 28, 29, 30 e 31 apresentam algumas imagens das situações mais críticas encontradas nessa rua.

Figura 28: Marquise 01



Fonte: própria do autor

Figura 29: Marquise 01.1



Fonte: própria do autor

Ao realizar uma análise visual das Figuras 28 e 29, é perceptível a falta de manutenção na estrutura. É visível a presença elevada de umidade, bolores, deslocamento do revestimento argamassado e da estrutura, deixando assim a armação exposta e sofrendo corrosão.

As Figuras 30 e 31 apresentam imagens da segunda marquise analisada.

Figura 30: Marquise 02



Fonte: própria do autor

Figura 31: Marquise 02.1



Fonte: própria do autor

Conforme apresentam as Figuras 30 e 31, observa-se que foi adicionado na superfície superior um aparelho de ar condicionado, causando um aumento de carga não previsto na etapa de projeto, por se tratar de uma edificação antiga. Ainda é possível perceber a presença de umidade na superfície inferior da marquise, ocasionado pelo acúmulo de água de chuva, devido à falta de um sistema de drenagem, como também podendo ter ocorrido pela falta de impermeabilização.

As Figuras 32 e 33 apresentam ilustrações na terceira marquise em estudo.

Figura 32 – Marquise 03



Fonte: própria do autor

Figura 33: Marquise 03.1



Fonte: própria do autor

A imagem 32 mostra o grau de degradação da sacada, com a presença de fissuras, armação exposta, sua corrosão e diminuição da seção de aço, deslocamento tanto do revestimento argamassado, quanto da estrutura. No caso da imagem 33, um trecho da marquise foi demolida por medida de segurança devido ao alto grau de degradação. É possível visualizar as esperas da armação do trecho removido, ao realizar uma visita posterior, foi possível constatar que o trecho restante da marquise recebeu ações de recuperação e manutenção.

A Tabela 3 mostra uma síntese da situação e patologias encontradas nas marquises da Rua Gama de Melo.

Tabela 3: Situação das marquises da Rua Gama de Melo

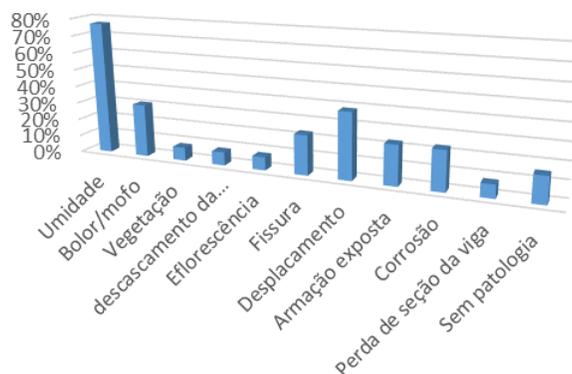
Marquise	Tipo de patologia encontrada											Classificação das manifestações
	Umidade	Bolor / mofo	Vegetação	Desc. da pintura	Eflorescência	Fissura	Desplacamento	Armação exposta	Corrosão	Perda da seção da	Sem patologia	
M-01	x											
M-02	x	x			x	x						
M-03	x	x				x						
M-04	x	x	x		x		x	x	x			
M-05	x	x					x					
M-06	x	x					x	x	x	x		
M-07	x	x				x						
M-08	demolida por apresentar um avançado grau de degradação											
M-09	x	x				x	x	x	x			
M-10											x	
M-11	x	x		x			x					
M-12											x	
M-13	x		x	x								

Fonte: própria do autor

O Gráfico 1, apresenta as frequências de patologias presentes nas marquises situadas na Rua Gama de Melo, sendo assim possível avaliar quais os tipos de patologias mais recorrentes nessa região.

Gráfico 1: Frequência de patologias nas marquises da Rua Gama de Melo

Frequência das Manifestações Patológicas



6.1.3.2 Análise da Avenida Barão do Triunfo

A Avenida Barão do Trinfo é uma via que apresenta uma grande importância para a história de João Pessoa-PB, pois através dela era realizada a ligação entre a Cidade Baixa e a Cidade Alta. Antigamente se tratava de uma área residencial, atualmente se trata de uma região comercial bastante movimentada.

No trecho analisado foram encontradas 12 (doze) marquises, nas quais boa parte delas apresentavam manutenção aparente.

As Figuras 34, 35, 36 e 37 apresentam a situação de como algumas dessas marquises se encontram atualmente.

Figura 34: Marquise 04



Fonte: própria do autor

Figura 35: Marquise 04.1



Fonte: própria do autor

As fotografias apresentadas nas Figuras 34 e 35 mostram uma edificação que apresenta diversas marquises. Na Figura 34, podemos analisar a marquise do térreo, que apresenta umidade, bolor, descascamento da pintura, além do deslocamento do revestimento argamassado começando a deixar a armadura exposta. Porém, a situação mais crítica é encontrada nas marquises do casarão, conforme apresenta na Figura 35. Pode-se observar o deslocamento do concreto da estrutura, armadura completamente exposta, causando assim a corrosão do aço e perda nítida na sua seção transversal, além de fissuras no decorrer da fachada, assim como no encontro da mesma com a marquise.

A Figura 36 apresenta o estado da segunda marquise da Avenida Barão do Triunfo.

Figura 36: Marquise 5



Fonte: própria do autor

Na marquise da Figura 36 é perceptível a presença de umidade na face inferior, deixando evidentes problemas com a impermeabilização e com a drenagem da estrutura. A manutenção realizada foca a parte estética, deixando a desejar no quesito de segurança e funcionalidade.

A Figura 37, apresenta a fotografia da marquise 6 localizada na mesma Rua e completamente deteriorada.

Figura 37: Marquise 6



Fonte: própria do autor

A marquise apresentada na Figura 37 mostra um estado avançado de degradação e abandono. Ao analisa-la é observado o descaso com a mesma, ou seja, falta de manutenção,

excesso de umidade, descascamento da pintura, deslocamento do revestimento, armação exposta, ocasionando sua corrosão.

Um resumo da situação das marquises analisadas na Avenida Barão do Triunfo é apresentado na Tabela 4.

Tabela 4: Situação das marquises da Avenida Barão do Triunfo

Marquise	Tipo de patologia encontrada											Classificação das manifestações
	Umidade	Bolor / mofo	Vegetação	Desc. da pintura	Eflorescência	Fissura	Desplacamento	Armação exposta	Corrosão	Perda da seção da	Sem patologia	
M-01	x			x								
M-02	x	x				x	x	x	x			
M-03											x	
M-04	x											
M-05	x											
M-06	x			x								
M-07	x	x										
M-08	x											
M-09	x	x	x				x	x	x			
M-10											x	
M-11											x	
M-12	x			x								

Fonte: própria autor

Após analisar as 12 (doze) marquises situadas na Avenida Barão do Triunfo, é apresentado, a seguir, os tipos de patologias mais recorrentes nessa região.

Gráfico 2: Frequência de patologias nas marquises da Av. Barão do Triunfo



6.1.3.3. Análise da Rua Maciel Pinheiro

A Rua Maciel Pinheiro era uma importante via da cidade, destacada por ser a principal artéria do comércio retalhista Paraibano. Nos dias de hoje, ela permanece com o perfil comercial resultando num grande movimento dessa região.

No trecho analisado dessa rua, foram encontradas 25 (vinte e cinco) marquises, das quais apenas 4 (quatro) apresentaram patologia aparente.

A Figura 38 apresenta uma fotografia da primeira marquise analisada situada na Rua Maciel Pinheiro.

Figura 38: Marquise 7



Fonte: própria do autor

A marquise exposta na Figura 38, apresenta excesso de umidade, descascamento e enrugamento da pintura, manchas amareladas e escuras de mofo e bolores, além de apresentar fissuras na borda. Apesar da fachada da edificação aparentar uma recente manutenção, a marquise tem manifestações patológicas relacionadas à umidade.

A Figura 39 (a) e (b) apresentam fotografias referentes à segunda marquise situada na Rua Maciel Pinheiro.

Figura 39: Marquise 8



(a)



(b)

Fonte: própria do autor

A marquise apresentada nas imagens 39 (a) e (b) retrata desagregação tanto da camada do revestimento quanto da estrutura em si, ficando assim, exposta a armadura e acelerando seu processo de deterioração através da corrosão e perda de seção da armadura.

Na Rua Maciel Pinheiro fica evidente a falta de atenção em relação às marquises, onde boa parte das edificações apresenta um bom estado de conservação da sua fachada, deixando a desejar na manutenção das marquises.

Na Tabela 5 temos o resumo da situação das marquises dessa região.

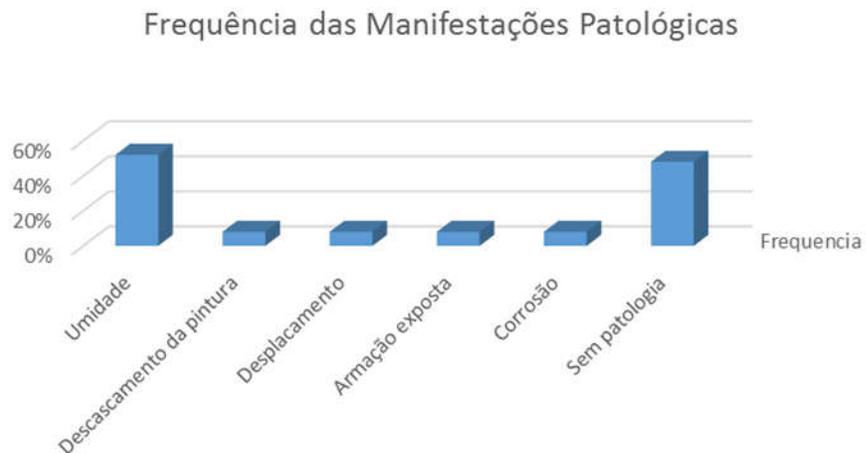
Tabela 5: Situação das marquises da Rua Maciel Pinheiro

Marquise	Tipo de patologia encontrada											Classificação das manifestações
	Umidade	Bolor / mofo	Vegetação	Desc. da pintura	Eflorescência	Fissura	Desplacamento	Armação exposta	Corrosão	Perda da seção da	Sem patologia	
M-01	x			x								
M-02	x			x			x	x	x			
M-03	x						x	x	x			
M-04											x	
M-05											x	
M-06											x	
M-07	x											
M-08	x											
M-09	x											
M-10											x	
M-11											x	
M-12	x											
M-13											x	
M-14	x											
M-15											x	
M-16	x											
M-17											x	
M-18											x	
M-19	x											
M-20												
M-21	x											
M-22	x											
M-23											x	
M-24											x	
M-25	x											

Fonte: própria do autor

No gráfico 3 é exposta a frequência com que cada tipo de patologias se manifesta na Rua Maciel Pinheiro.

Gráfico 3: Frequência de patologias nas marquises da Rua Maciel Pinheiro



6.1.3.4. Análise da Rua Cardoso Vieira

A Rua Cardoso Vieira, assim como todas as anteriores, tem seu perfil como área comercial, apresenta um intenso movimento de pedestres e veículos, assim como todo transporte coletivo que passa pelo centro da cidade com destino a rodoviária de João Pessoa – PB. Apesar de toda essa visibilidade, todas as marquises analisadas apresentaram manifestações patológicas.

A Figura 40, apresenta a fotografia da primeira marquise analisada situada na Rua Cardoso Vieira.

Figura 40: Marquise 9



(a)



(b)

Fonte: própria do autor

A estrutura apresentada nas Figuras 40 (a) e (b) apresenta um nível avançado de degradação, com manchas escuras de mofos e bolores, deslocamento da estrutura, lixiviação, eflorescência, armação exposta e com processo de corrosão avançado, além de perda da seção da viga e da armação.

As Figuras 41 (a) e (b) apresentam a fotografia de uma das situações mais críticas da Rua Cardoso Vieira.

Figura 41: Marquise 10



(a)

(b)

Fonte: própria do autor

A marquise apresentada nas Figuras 41 (a) e (b) expressa problemas relacionados com a umidade, intensas manchas escuras de mofo e bolor, além de apresentarem aspectos característicos de lixiviação, deslocamento de revestimento e estrutura, exposição das armaduras com visível aspecto de corrosão, com perdas intensas de sua resistência.

A Figura 42 expõe a situação de uma marquise com manifestações patológicas na Rua Cardoso Vieira.

Figura 42: Marquise 11



Fonte: própria do autor

Na marquise exposta na Figura 42, é notável manifestações oriundas da presença de umidade e infiltração, decorrente da falta de um sistema de drenagem, resultando em manchas escuras. Outro fenômeno patológico é a eflorescência, e deslocamento do revestimento argamassado.

Um fato que agrava a preocupação com a situação das marquises dessa rua é o intenso fluxo de pedestres, devido a ser uma área de comércio, possuindo também pontos de paradas de transporte coletivo.

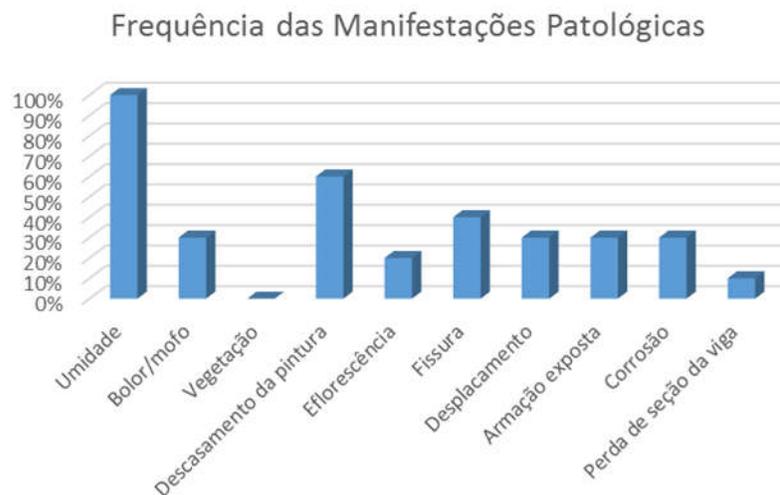
Tabela 6: Situação das marquises da Rua Cardoso Vieira

Marquise	Tipo de patologia encontrada											
	Umidade	Bolor / mofo	Vegetação	Desc. da pintura	Eflorescência	Fissura	Desplacamento	Armação exposta	Corrosão	Perda da seção da	Sem patologia	Classificação das manifestações
M-01	x			x								
M-02	x	x		x								
M-03	x			x								
M-04	x	x		x			x	x	x			
M-05	x	x		x			x	x	x			
M-06	x											
M-07	x											
M-08	x						x	x	x			
M-09	x			x								
M-10	x											

Fonte: própria do autor

No Gráfico 4, temos a frequência de cada tipo de manifestações patológicas atuante na Rua Cardoso Vieira.

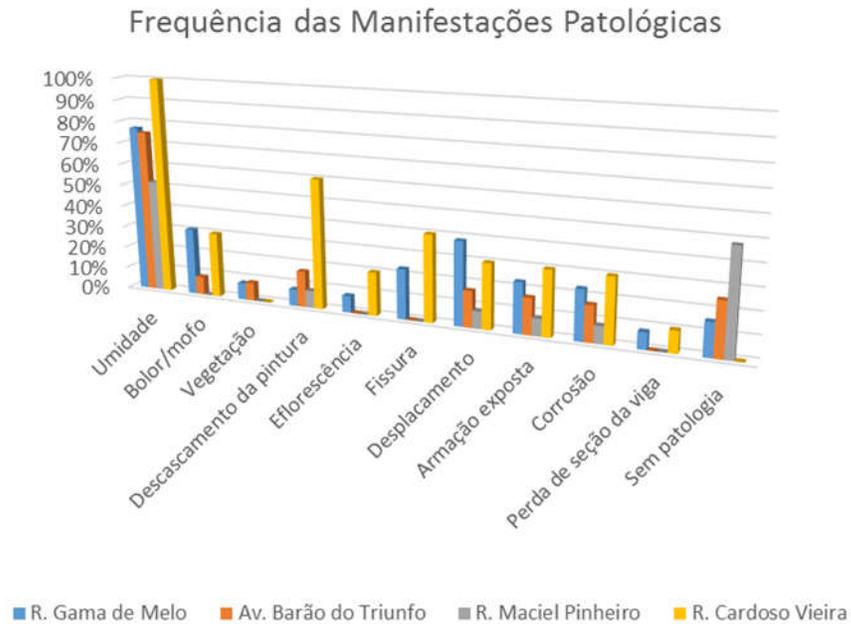
Gráfico 4: Frequência de patologias nas marquises da Rua Cardoso Vieira



6.1.3.5 Análise do conjunto de marquises da região de estudo

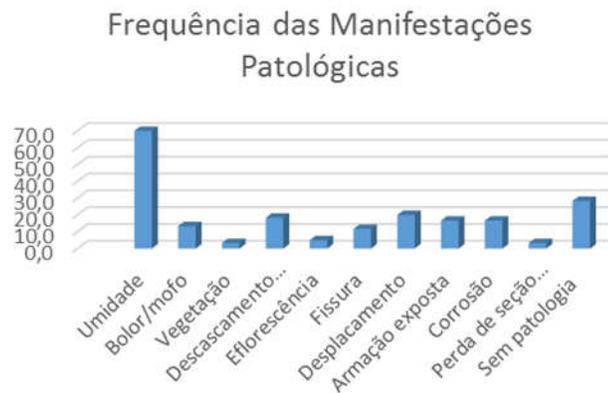
Com a base de dados adquirida durante o estudo, é possível realizar uma análise comparativa das situações das marquises da região analisada conforme apresenta o Gráfico 5.

Gráfico 5: Comparativo da frequência das manifestações patológicas



Assim como o comparativo exposto no Gráfico 5, é possível realizar uma análise geral da região estudada como mostra o Gráfico 6.

Gráfico 6: Frequência das manifestações patológicas da região estudada



7. CONCLUSÃO

Considerando os resultados obtidos com o presente estudo, é notória a frequência das manifestações patológicas nas marquises do centro de João Pessoa – PB. Em torno de 86% das marquises verificadas apresentaram algum tipo de manifestações patológicas, evidenciando assim, a falta de manutenção voltada para esse tipo de estrutura, além da região apresentar características propícias para o desenvolvimento de patologias, com um clima úmido e quente e se enquadrar na classe de agressividade ambiental II (moderada) de acordo com a NBR 6118:2013. Outro fator agravante é a idade avançada das construções dessa região, sendo executadas e projetadas, se seguindo normas, por uma normativa ultrapassada, necessitando de uma atenção maior para a sua manutenção, tanto por questão de segurança quanto por preservação da história da região.

Ao realizar uma análise geral das marquises, é possível perceber que na maioria dos casos a umidade é um fator frequente. Devido à uma ineficiência no sistema de drenagem e falta de manutenção ou inexistência de impermeabilização da estrutura, facilitando a infiltração e criando ambiente propício para o desenvolvimento de patologias. A umidade aliada ao ambiente quente da região favorece o aparecimento de microrganismos na estrutura, sendo manifestado através de manchas de mofo e bolor.

As patologias no sistema de pintura também foi um fator presente, sendo constatado o descascamento da pintura. Além das patologias mais superficiais, a umidade aliada ao fato da região ser um centro urbano, onde há intenso movimento de veículos, resultando numa atmosfera com grande presença de gás carbônico, favorece o processo de corrosão da armadura, ocasionando uma expansão da armação e assim causando o deslocamento do revestimento e até da estrutura, deixando assim, a armadura exposta e mais vulnerável.

Outro ponto observado é a falta de conscientização dos proprietários dos imóveis com a manutenção adequada das marquises, em muitos casos ocorre o mascaramento do problema. Marquises que aparentam ter sido realizada uma recente manutenção “estética” com pinturas apresentam manifestações de descascamento da pintura e aparente umidade da estrutura.

Agravando o quadro da região, há o abandono de algumas construções, que mesmo após a inspeção realizada por órgãos competentes e confirmada a necessidade de manutenção ou restauração, o processo não é concluído pela dificuldade em identificar os proprietários, por muitas vezes se trata de imóveis decorrentes de demanda judiciais provenientes de heranças.

REFERÊNCIAS:

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: **Projeto de Estrutura de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6120: **Cargas para o cálculo de estruturas de edificações**. Rio de Janeiro, 1980.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7211: **Agregados para concreto - Especificação**. Rio de Janeiro, 2009.
- ALVEZ, A. **Marquises: perigo suspenso**. Revista Técnica, São Paulo, ano 14, n. 120, p.34-37, mar. 2007.
- AZEVEDO, M. T. **Patologia das Estruturas de Concreto**. In: ISAIA, G. C. (Ed.). **Concreto – Ciência e Tecnologia**. v.2; São Paulo, 2011.
- BRASIL. **Lei n.º 10.406, de 10 de janeiro de 2002**. Institui o Código Civil. Diário Oficial da União n. 8, Seção I, 11 de jan. 2002, p. 1-74.
- CARMO, Marco Antônio. **Estudo da deterioração de marquises de concreto armado nas cidades de Uberlândia e Bambuí**. 2009. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais.
- CASARÕES históricos ameaçam desabar em João Pessoa. **Jornal G1**, Paraíba, 26 jun. 2013. Disponível em: < <http://g1.globo.com/pb/paraiba/festa-das-neves/2013/noticia/2013/07/casaro-es-historicos-ameacam-desabar-em-joao-pessoa.html>>. Acesso em: 11 mar. 2016.
- CASTRO, Eliane Kraus de. **Desenvolvimento de Metodologia para Manutenção de Estruturas de Concreto Armado**. 1994. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília, Distrito Federal.
- CORREIA, Marcelo. **Manifestações patológicas na construção - Implantação de programas de manutenção preventiva e corretiva em estruturas de concreto armado**. Congresso Internacional sobre Patologia e Recuperação de Estruturas – CINPAR. João Pessoa, 2013.
- CUNHA, Albino Joaquim Pimenta da; NELSON, Araújo Lima; SOUZA, Vicente Custódio Moreira. **Acidentes Estruturais na Construção Civil**. 1. ed. v. 1. São Paulo: PINI, 1996.
- DAL MOLIN, D. C. C.; CAMPAGNOLO, J. L. **A importância do controle de qualidade na prevenção de patologias em marquises**. In: SIMPÓSIO SOBRE PATOLOGIA DAS EDIFICAÇÕES PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO, 1989, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: CPGEC/UFRGS, 1989. P. 33-51.
- DORIGO, F. **Acidentes em marquises de Edifícios**. In: CUNHA, A. J. P.; LIMAS, N. A.; SOUZA, V. C. M. **Acidentes Estruturais na Construção Civil**. São Paulo, PINI, 1996, v. 1, Capítulo 21, p. 161-168.

GOMES, A. M.; ZEFERINO, B. B.; CASTRO, L. Z.; LINHALES, F.; CANUT, M. M. C.; SOUZA, R. C.; BOTELHO, L. G. D. **Proposta de Norma para inspeção de Marquises**. In: XII COBREAP – Congresso Brasileiro de Avaliação e Perícias, 2003, Belo Horizonte.

GONÇALVES, Adilson Luiz. **Erros de Projeto – Estrutura de Concreto**. Artigo Técnico. Revista “Engenharia”. Edição nº 575 do Instituto de Engenharia de São Paulo. São Paulo. 2006

HELENE, P. **Manual para reparo, reforço e proteção e estrutura de concreto**. 2 ed. São Paulo: Pini, 1992.

HELENE, P. R. L. **Contribuição à normalização: a resistência sob carga mantida e a idade de estimativa da resistência característica; durabilidade e vida útil das estruturas de concreto armado**. São Paulo, 1994 (monografia EPUSP)

JOÃO PESSOA (Prefeitura). **Código de Obras de João Pessoa - PB**. João Pessoa – PB, 2001.

JOÃO PESSOA (Prefeitura). **Código de Postura do Município de João Pessoa – PB**. João Pessoa – PB, 1995.

JORDY, J.C. & MENDES, L.C. **Análise e procedimentos construtivos de estruturas de marquises com propostas de recuperação estrutural**. 2006. Tese (Doutorado) Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro.

MEDEIROS, Marcelo H.F. de; GROCHOSKI, Mauricio. **Marquises: Por que algumas caem?** Vol. 12. Revista Concreto. São Paulo, 2007.

MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J. M. **Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais**. 3. ed. São Paulo: Ibracon, 2008.

MELO, A. C. A. **Estudo das manifestações patológicas nas marquises de concreto armado do Recife**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica de Pernambuco, Recife.

PINI. **Manual SH de Fôrmas para concreto e escoramentos metálicos**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2008

ROCHA, A. M. **Concreto armado**, vol. 3. Ed. São Paulo: Nobel, 1987.

SOUZA, Vicente Custódio de; RIPPER, Thomas. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. Ed. PINI, São Paulo, 1998.