



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS MARQUISES DE  
CONCRETO ARMADO DO CENTRO DE JOÃO PESSOA-PB**

**LEANDRO MÁRCIO ANDRADE**

**JOÃO PESSOA-PB  
2015**

**LEANDRO MÁRCIO ANDRADE**

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS MARQUISES DE CONCRETO ARMADO  
DO CENTRO DE JOÃO PESSOA-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à banca examinadora do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito obrigatório à obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Germano Toscano Moura

**JOÃO PESSOA-PB**

**2015**

## **FOLHA DE JULGAMENTO**

**LEANDRO MÁRCIO ANDRADE**

### **MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS MARQUISES DE CONCRETO ARMADO DO CENTRO DE JOÃO PESSOA-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso defendido em 03/03/2015 perante a seguinte Banca Julgadora:

---

Prof. Dr. Paulo Germano Toscano Moura  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

---

Prof. Dr. Enildo Tales Ferreira  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

---

Prof. Dr. Ubiratan Henrique Oliveira Pimentel  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Cláudia Fernandes Medeiros Braga  
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, o criador de tudo;

Aos meus pais, Helena e Sebastião (in memoriam), tias, tios e primos por sempre estarem me apoiando;

A todo corpo docente do Curso de Graduação de Engenharia Civil, especialmente ao meu professor orientador Dr. Paulo Germano Toscano Moura pelas suas orientações neste trabalho.

## RESUMO

As marquises são elementos estruturais, caracterizadas por uma laje em balanço engastada no plano da fachada da edificação. Ela protege os pedestres, que transitam nas calçadas, da chuva, do sol e de possíveis objetos que possam cair das edificações. Muitos casos de colapsos de marquises têm ocorrido no Brasil. Vale destacar que as marquises são elementos estruturais que merecem bastante atenção, pois elas apresentam uma tendência a sofrerem ruptura brusca. Este trabalho tem o objetivo de identificar as manifestações patológicas nas marquises de concreto armado de edificações localizadas no Centro de João Pessoa, relatando as suas possíveis causas. Através de inspeções visuais realizadas nas marquises, foram identificadas as seguintes manifestações patológicas: corrosão das armaduras, destacamentos do concreto e do revestimento, trincas, manchas de umidade, eflorescências, bolor e limos. Verificou-se também que algumas marquises estão muito deterioradas, apresentando um processo avançado de corrosão das armaduras, o que pode levar a graves acidentes, principalmente com os pedestres que transitam sob elas. A falta de manutenção preventiva e a má impermeabilização das marquises foram duas das possíveis causas para a ocorrência de várias manifestações patológicas que foram identificadas neste trabalho.

**Palavras - chave:** Marquises. Manifestações patológicas. Manutenção preventiva. Impermeabilização.

## **ABSTRACT**

The marquees are structural elements, characterized by a slab cantilever swing in the building facade plane. It protects pedestrians, passing on the sidewalks, rain, sun and possible falling objects of buildings. Many cases of collapsing marquees have taken place in Brazil. Note that the marquees are structural elements that deserve close attention, since they have a tendency to suffer sudden rupture. This work aims to identify the pathological manifestations in reinforced concrete canopies of buildings located in João Pessoa Centre, reporting its possible causes. Through visual inspections on the marquee, the following pathological manifestations were identified: reinforcement corrosion, concrete detachments and finish, cracks, moisture stains, efflorescence, mold and slime. It was also found that some marquees are very deteriorated, with an advanced process of reinforcement corrosion, which can lead to serious accidents, especially with pedestrians passing under them. The lack of preventive maintenance and poor sealing of marquees were two of the possible causes for the occurrence of various pathological manifestations that were identified in this work.

**Keywords:** Marquees. Pathological manifestations. Preventive maintenance. Waterproofing.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Queda de marquise do Hotel Canadá no Rio de Janeiro.....	14
Figura 2 - Desabamento de marquise do Anfiteatro da Universidade Estadual de Londrina ..	14
Figura 3 - Centro de João Pessoa.....	29
Figura 4 - Corrosão das armaduras generalizada.....	31
Figura 5 - Marquise apresentando corrosão das armaduras .....	32
Figura 6 - Marquise com armaduras positivas expostas.....	33
Figura 7 - Destacamentos do concreto e do revestimento .....	34
Figura 8 - Marquise com deslocamentos de concreto.....	35
Figura 9 - Trinca localizada no consolo da marquise .....	36
Figura 10 - Marquise com manchas de umidade .....	36
Figura 11 - Marquise com eflorescência e com esfoliação na pintura .....	37
Figura 12 - Eflorescência e esfoliação da pintura.....	37
Figura 13 - Marquise com bolor .....	38
Figura 14 - Marquise com limos .....	38
Figura 15 - Marquise com vegetais .....	39
Figura 16 - Desenvolvimento de vegetais sobre a marquise .....	39
Figura 17 - Sobrecarga na marquise .....	40
Figura 18 - Marquise do Centro de João Pessoa .....	41
Figura 19 - Marquise 01.....	52
Figura 20 - Marquise 02.....	52
Figura 21 - Marquise 03.....	52
Figura 22 - Marquise 04.....	52
Figura 23 - Marquise 05.....	52
Figura 24 - Marquise 06 .....	52
Figura 25 - Marquise 07.....	52
Figura 26 - Marquise 08.....	52
Figura 27 - Marquise 09 .....	53
Figura 28 - Marquise 10 .....	53
Figura 29 - Marquise 11.....	53
Figura 30 - Marquise 12.....	53
Figura 31 - Marquise 13.....	53

Figura 32 - Marquise 14.....	53
Figura 33 - Marquise 15.....	53
Figura 34 - Marquise 16.....	53
Figura 35 - Marquise 17 .....	54
Figura 36 - Marquise 18 .....	54
Figura 37 - Marquise 19 .....	54
Figura 38 - Marquise 20 .....	54
Figura 39 - Marquise 21 .....	54
Figura 40 - Marquise 22 .....	54
Figura 41 - Marquise 23 .....	54
Figura 42 - Marquise 24 .....	54
Figura 43 - Marquise 25 .....	55
Figura 44 - Marquise 26 .....	55
Figura 45 - Marquise 27.....	55
Figura 46 - Marquise 28.....	55
Figura 47 - Marquise 29 .....	55
Figura 48 - Marquise 30 .....	55
Figura 49 - Marquise 31 .....	55
Figura 50 - Marquise 32 .....	55
Figura 51 - Marquise 33 .....	56
Figura 52 - Marquise 34 .....	56

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Levantamento de casos de desabamentos de marquises e estruturas similares no Brasil.....	15
Tabela 2 - Checklist de manifestações patológicas .....	51

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>CREA-PB:</b>	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia da Paraíba
<b>CO<sub>2</sub>:</b>	Dióxido de carbono
<b>Ca(OH)<sub>2</sub>:</b>	Hidróxido de cálcio
<b>Fe(OH)<sub>3</sub>:</b>	Hidróxido férrico
<b>Fe(OH)<sub>2</sub>:</b>	Hidróxido ferroso
<b>pH:</b>	Potencial Hidrogeniônico

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1 Objetivos.....	13
1.1.1 Objetivo geral .....	13
1.1.2 Objetivos específicos.....	13
1.2 Justificativa.....	13
1.3 Estrutura do trabalho .....	16
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>17</b>
2.1 Definição e tipos de marquise .....	17
2.1.1 Marquise com laje simples em balanço.....	17
2.1.2 Marquises formadas por lajes e vigas.....	18
2.2 Vida útil e durabilidade de estruturas de concreto armado .....	18
2.3 Manifestações patológicas em marquises.....	19
2.3.1 Fissuras .....	20
2.3.1.1 Fissuras causadas pela retração do concreto.....	20
2.3.1.2 Fissuras causadas pelo assentamento do concreto e pela perda de aderência da armadura .....	20
2.3.1.3 Fissuras causadas pela variação de temperatura.....	21
2.3.1.4 Fissuras causadas pela movimentação de fôrmas e escoramentos .....	21
2.3.1.5 Fissuras causadas por movimentações higroscópicas .....	21
2.3.2 Ataques químicos .....	22
2.3.2.1 Ataque por sulfatos.....	22
2.3.2.2 Ataque por ácidos .....	22
2.3.2.3 Ataque por cloretos.....	23
2.3.3 Eflorescências.....	23
2.3.4 Ataques físicos.....	24
2.3.5 Carbonatação .....	25
2.3.6 Corrosão das armaduras .....	25
2.3.7 Bolor e limo .....	27
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>29</b>
3.1 Coleta de dados.....	29
3.2 Análise dos dados .....	30

<b>4 ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>31</b>
4.1 Corrosão das armaduras .....	31
4.2 Destacamentos do concreto e do revestimento.....	34
4.3 Trincas .....	35
4.4 Manchas de umidade e eflorescências.....	36
4.5 Bolor, limos e vegetais .....	38
4.6 Sobrecargas nas marquises .....	40
4.7 Procedimentos para a recuperação estrutural de uma marquise do Centro de João Pessoa- PB.....	41
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>46</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>50</b>
<b>ANEXO A – Checklist de manifestações patológicas.....</b>	<b>51</b>
<b>ANEXO B – Marquises com manifestações patológicas .....</b>	<b>52</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As construções eram limitadas quanto às alturas até o início do século passado, onde tinham no máximo cinco pavimentos. As tecnologias existentes de construção na época foram a causa limitante. Sendo assim, as suas estruturas eram autoportantes caracterizadas por paredes largas. Com o surgimento do Cimento Portland e da teoria de dimensionamento do concreto armado de Mörsch, a tecnologia das estruturas teve um grande salto e o concreto armado permitiu a construção de grandes obras verticais. A partir daí, começou a preocupação com quedas de objetos de grandes alturas, onde trariam riscos à segurança dos pedestres. Sendo este fato, o ponto de partida para a construção de marquises nas edificações daquela época (CEPD, 2008).

Um decreto foi criado no Rio de Janeiro em 1937, que obrigava a construção de marquises em edifícios comerciais e em outras edificações. Porém, atualmente, extinguiu-se a obrigatoriedade de construção de marquises. Mesmo após o fim da obrigatoriedade da construção das marquises, estas continuaram a ser construídas, fazendo parte da cultura da construção de edifícios, principalmente de edificações comerciais (CEPD, 2008).

O surgimento de manifestações patológicas em marquises aponta para a existência de uma ou mais falhas de projeto, durante as etapas de construção, além de falhas também no controle de qualidade na sua confecção. Das estruturas em geral, notadamente as de concreto, é necessária a execução do serviço periódico de manutenção para que se garantam a segurança e o bem estar dos usuários. No caso de marquises, a manutenção preventiva periódica pode evitar tragédias e também gerar economia se comparada com uma reforma emergencial. Desse modo, torna-se necessário investir em vistorias e reparos, obtendo segurança para os transeuntes (GOMES *et al.*, 2003).

Todavia, a importância de manutenção periódica ainda não é comum nas edificações, e menos ainda nas marquises. Dessa forma, ainda mesmo que se tenha eficiência nas fases de projeto e execução, a etapa de utilização ainda pode comprometer a marquise. É necessário conscientizar os proprietários das edificações de forma que eles compreendam que assim como é feito em automóveis, a manutenção preventiva pode reduzir riscos de acidentes e custos. Em se tratando de marquises, o que se observa é certo descaso. São executadas pequenas intervenções, que se tornam maquiagens, servindo apenas para esconder a manifestação patológica, o que agrava ainda mais o problema. No mais, vale a regra do que

não é visto, não é lembrado, e assim os mecanismos de deterioração continuam agindo, chegando ao ponto de acontecer acidentes envolvendo marquises (GONÇALVES, 2011).

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral**

Este trabalho tem como objetivo principal analisar as manifestações patológicas em marquises de concreto armado de edificações comerciais localizadas no Centro de João Pessoa.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Realizar inspeções visuais nas marquises do Centro de João Pessoa;
- Identificar as manifestações patológicas nas marquises;
- Apontar as possíveis causas dessas manifestações patológicas;
- Relatar os procedimentos necessários para a recuperação estrutural de uma marquise.

## **1.2 Justificativa**

Segundo Melo (2011), muitos casos de colapso de marquises têm ocorrido nos centros urbanos em diversas partes do mundo. A maioria desses acidentes estruturais resulta em consequências imprevisíveis, geralmente com vítimas fatais e interdições de calçadas e vias de passagem. Com a correria do dia a dia, a maioria das pessoas nem percebe que está transitando ou que está parada debaixo de uma marquise. O problema é que algumas dessas estruturas apresentam risco de desabamento, o que pode provocar ferimentos ou até mesmo mortes.

Os acidentes com vítimas fatais envolvendo marquises estão cada vez mais frequentes no Brasil. Prova disso, é que aconteceu um grave acidente com a marquise do Hotel Canadá, no Rio de Janeiro, em fevereiro de 2007, onde teve duas vítimas fatais e quatorze feridos (figura 1). Outro acidente de grande repercussão ocorreu no Paraná, em 2006, onde houve o

colapso da marquise do Anfiteatro do Centro de Ciências Sociais Aplicadas (CESA) da Universidade Estadual de Londrina (UEL), que teve duas vítimas fatais e 21 feridos (figura 2). Esses dois acidentes vieram como um alerta, onde se aumentou a preocupação com acidentes relacionados a marquises, que estavam ocorrendo com mais frequência em todo o país (MEDEIROS e GROCHOSKI, 2006).

**Figura 1 - Queda de marquise do Hotel Canadá no Rio de Janeiro**



Fonte: MEDEIROS e GROCHOSKI (2006, p.1)

**Figura 2 - Desabamento de marquise do Anfiteatro da Universidade Estadual de Londrina**



Fonte: MEDEIROS e GROCHOSKI (2006, p.2)

Os colapsos de marquises ocorreram também aqui na Paraíba, onde o último acidente foi registrado em Campina Grande. Segundo as informações de uma matéria publicada no portal eletrônico “G1 Paraíba”, uma marquise desabou em abril de 2013 e deixou seis pessoas feridas, na Rua Afonso Campos, na Feira Central, localizada na cidade de Campina Grande.

A tabela 1 relaciona os principais acidentes de colapsos de marquises que ocorreram no Brasil.

**Tabela 1** - Levantamento de casos de desabamentos de marquises e estruturas similares no Brasil

<b>Edificação</b>	<b>Ano do acidente</b>	<b>Idade da edificação</b>	<b>Vítimas</b>	<b>Tipo da estrutura</b>	<b>Agentes causadores</b>
Edf. Mercúrio (RJ)	1990	Não declarado	1 morto	Laje engastada em viga	Corrosão de armadura com cobrimento insuficiente
Edf. Terminus (RJ)	1992	Não declarado	1 morto e 2 feridos	Laje engastada em viga	Corrosão de armaduras e sobrecarga devido a camadas sobrepostas de impermeabilização
Restaurante da Tijuca (RJ)	1992	37 anos	Nenhuma	Laje engastada em viga	Corrosão das armaduras
Prédio do BANDERN (RJ)	1993	> 50 anos	Nenhuma	Laje engastada em parede de alvenaria	Corrosão de armaduras
Edf. Tavares (RJ)	1995	Não declarado	1 ferido	Laje engastada	Sobrecarga por falta de drenagem e letreiro sobre a marquise
Hospital Municipal Barata Ribeiro (RJ)	1996	48 anos	Nenhuma	Laje engastada	Mau posicionamento da armadura, água não drenada e sobreposição de impermeabilização
Hotel Palace (BA)	2000	66 anos	1 morto e 2 feridos	Não declarado	Corrosão de armaduras e excesso d'água não drenada
Edf. M. D'Almeida	2001	Não declarado	1 morto e 7 feridos	Não declarado	Corrosão de armaduras e excesso d'água não drenada
Edf. Granville	2004	24 anos	Nenhuma	Laje engastada	Mau posicionamento da armadura negativa
Centro de Ciências Sociais Aplicadas (PR)	2006	7 anos	2 mortos e 21 feridos	Laje engastada em viga	Corrosão de armaduras e excesso d'água não drenada
Bar Parada Obrigatória - Vila Isabel (RJ)	2006	50 anos	3 mortos e 4 feridos	Não declarado	Corrosão de armaduras
Hotel Canadá (RJ)	2007	40 anos	2 mortos e 14 feridos	Não declarado	Corrosão de armaduras e sobrecargas

Fonte: MEDEIROS e GROCHOSKI (2006, p.1)

As marquises são elementos estruturais que merecem bastante atenção, pois elas apresentam uma tendência a sofrerem ruptura brusca e sem aviso, pois são estruturas

isostáticas e com um único vínculo (MEDEIROS e GROCHOSKI, 2006). Devido à situação de deterioração de algumas marquises localizadas no Centro de João Pessoa, optou-se por estudar as manifestações patológicas nessas marquises no presente trabalho, uma vez que é crescente o número de marquises que apresentam danos patológicos naquela região central de João Pessoa.

### **1.3 Estrutura do trabalho**

O capítulo 1 refere-se à introdução, onde são feitas as considerações iniciais, apresentando os objetivos e a justificativa do presente trabalho.

O capítulo 2 relata a fundamentação teórica, compreendendo a definição e os tipos de marquises, a importância da vida útil das estruturas de concreto armado e as principais manifestações patológicas que afetam as marquises.

O capítulo 3 apresenta a metodologia utilizada, detalhando os procedimentos que foram utilizados para o estudo das manifestações patológicas nas marquises de concreto armado do Centro de João Pessoa.

No capítulo 4 é apresentado o estudo de caso, com as descrições das possíveis causas das manifestações patológicas que foram identificadas nas marquises. Além disso, são relatados os procedimentos para recuperação estrutural de uma das marquises analisadas.

O capítulo 5 relata as considerações finais e as sugestões para futuros trabalhos.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Definição e tipos de marquise

De acordo com CEPD (2008), as marquises são elementos estruturais, que em sua maioria são construídas de concreto armado, onde se caracterizam por uma laje em balanço engastada no plano da fachada da edificação. Ela possui as seguintes funções:

- Proteger os pedestres que transitam nas calçadas da chuva, do sol e de possíveis objetos que possam cair das edificações;
- Ajudar no projeto de uma arquitetura harmônica.

Segundo Rocha (1987 *apud* CARMO, 2009), as marquises são estruturas em balanço formadas por vigas e lajes ou por apenas uma laje. A estrutura da marquise a ser projetada, depende do vão do balanço e da carga aplicada, sendo que as estruturas mais utilizadas são formadas por lajes simples em balanço.

Rocha (1987 *apud* CARMO, 2009) classifica as marquises conforme a existência e a posição das vigas da seguinte maneira:

- Marquise com laje simples em balanço;
- Marquises formadas por lajes e vigas.

#### 2.1.1 Marquise com laje simples em balanço

São indicadas para pequenos balanços com até 1,8 m. O problema principal nessas marquises é a verificação da flecha na extremidade do balanço, já que o dimensionamento é simples. Um problema que surge neste tipo de marquise é conhecer o ponto de interrupção da armadura negativa na laje, onde a laje em balanço está engastada. Quando a laje interna é armada em uma direção, pode-se calcular os esforços solicitantes das duas lajes, fazendo como uma viga com faixa de um metro. Dessa maneira, fica determinada a posição do momento nulo e o comprimento da armadura negativa (Rocha, 1987 *apud* CARMO, 2009).

Ainda conforme Rocha (1987 *apud* CARMO, 2009), quando a laje interna é armada em duas direções, o problema não é tão simples. A laje da marquise é calculada como uma viga em balanço e assim dimensionada. A laje interna, armada em duas direções, deve ser 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.

### 2.1.2 Marquises formadas por lajes e vigas

Rocha (1987 *apud* CARMO, 2009) ressalta que para balanços acima de 1,80 m, recomenda-se que as marquises sejam apoiadas em vigas, com a função de evitar lajes de grande espessura. Neste caso, a laje normalmente é armada em uma direção e simplesmente apoiada em vigas laterais e vigas de borda. Na viga onde está engastada a laje da marquise do edifício, a vinculação depende da continuidade ou não com outra laje. Em muitos casos a viga de borda pode ser suprimida, tornando a laje de borda livre. Caso as vigas laterais não sejam contínuas, estas devem ser engastadas nos pilares. Então, no cálculo dos pilares, é de fundamental importância considerar o momento fletor proveniente dessas vigas.

## 2.2 Vida útil e durabilidade de estruturas de concreto armado

A NBR 6118 (2014) determina que as estruturas de concreto devem ser projetadas e construídas, de modo que conservem sua segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante o prazo correspondente à sua vida útil.

Andrade (1992) define vida útil como sendo aquela na qual a estrutura conserva todas as características mínimas de funcionalidade, resistência e aspectos externos exigíveis. Já a NBR 6118 (2014) conceitua vida útil como sendo o período de tempo durante o qual se mantêm as características das estruturas de concreto, sem intervenções significativas, desde que atendidos os requisitos de uso e manutenção prescritos pelo projetista e pelo construtor. Deste modo, pode-se definir vida útil de uma estrutura como sendo o intervalo mínimo de tempo onde se espera que ela apresente desempenho de acordo com as funções previstas, sem que hajam custos elevados de manutenção e reparo na sua fase de utilização.

Segundo Souza e Ripper (1998), os pontos mais vulneráveis de uma estrutura devem sempre estar perfeitamente identificados, tanto na fase de projeto quanto na fase de construção, para que seja possível estabelecer um programa mais intenso de inspeções e um sistema de manutenção preventiva. Já para o autor Castro (1994 *apud* ALMEIDA, 2009), uma estratégia de manutenção exige, em primeiro plano, um programa de inspeções sistemáticas, que levem a identificar a necessidade, o momento correto e a extensão da intervenção em uma estrutura. Uma avaliação sistemática visando à identificação e a caracterização das manifestações patológicas em uma estrutura de concreto armado pode ser conseguida através de uma inspeção preliminar, onde pode ser realizada uma vistoria visualmente com o objetivo

de identificar os sintomas e a natureza do dano nessa estrutura. Melo (2011) salienta que a corrosão das armaduras, em uma região não vistoriada, sem manutenção preventiva, implica exclusivamente na redução da durabilidade e da vida útil da estrutura da marquise, na redução da seção do aço, no seu escoamento, terminando com o colapso abrupto da marquise.

Conforme os autores Mehta e Monteiro (1994), a durabilidade do concreto é definida como a sua capacidade de resistir à ação das intempéries, ataques químicos, abrasão ou qualquer outro processo de deterioração, ou seja, o concreto durável conservará a sua forma original, qualidade e capacidade de utilização quando exposto ao meio ambiente. Helene (2003) ressalta que o estudo da durabilidade das estruturas de concreto armado tem evoluído devido ao maior conhecimento dos mecanismos de transporte de líquidos e de gases agressivos nos meios porosos como o concreto.

### 2.3 Manifestações patológicas em marquises

Helene (1992) define patologia como a parte da Engenharia que estuda os sintomas, os mecanismos, as causas e as origens dos defeitos das construções civis.

Os problemas patológicos podem ser atribuídos a: 40% na fase de projetos; 28% na fase de execução; 18% relacionados a materiais; 10% ao mau uso da edificação e 4% corresponde ao mau planejamento, destacando que 40% das manifestações patológicas poderiam ser evitadas quando da gestão dos projetos, reduzindo os custos de manutenção e de recuperação (Helene, 2003).

Melo (2011) diz que a falta de qualidade dos materiais componentes do concreto também pode influir sobre suas características gerando anomalias. O concreto é um material formado por cimento, agregados, água e algumas vezes aditivos. Os defeitos desses materiais podem influenciar, principalmente, as características mais importantes do concreto, que são a resistência mecânica, estabilidade e a durabilidade.

Conforme Júnior (2001), algumas manifestações patológicas têm maior incidência, devido à necessidade de cuidados, que frequentemente são ignorados nas etapas do processo de construção. Durante essas etapas, muitos são os fatores que interferem na qualidade final do produto, dentre os quais estão:

- **Planejamento:** a definição dos níveis de desempenho desejados;
- **Projeto:** a programação de todas as etapas da obra, os detalhes, as especificações e as descrições das ações;

- **Materiais:** a qualidade e a conformidade com as especificações;
- **Execução:** a qualidade e a conformidade com as especificações;
- **Uso:** o tipo de utilização previsto para o ambiente construído relacionado à manutenção preventiva.

### **2.3.1 Fissuras**

Thomaz (1989) destaca que as fissuras podem ter diversas causas, dentre elas: as movimentações provocadas por variações térmicas e de umidade, sobrecarga ou concentração de tensões, deformação excessiva, recalque das fundações, retração e alterações químicas de materiais de construção. As fissuras facilitam a entrada de agentes agressivos, como por exemplo, o dióxido de carbono e cloretos, que despassivam as armaduras. Além disso, a carbonatação ocorre ao longo das paredes das fissuras, contribuindo para acelerar o surgimento da corrosão das armaduras. Já para os autores Souza e Ripper (1998), as fissuras no concreto podem ter diversas origens em diferentes processos, sendo necessário determinar quais são as causas e efeitos para sua classificação, bem como a extensão e a profundidade de tais aberturas.

#### **2.3.1.1 Fissuras causadas pela retração do concreto**

A retração do concreto é um movimento natural da massa que é contrariado pela existência de restrições opostas por obstáculos internos e externos. Sendo necessário considerar no projeto a interação da estrutura com o meio ambiente durante a concretagem, e ainda de que a mistura do concreto tenha uma relação água - cimento, que permita a cura adequada da estrutura (SOUZA e RIPPER, 1998).

#### **2.3.1.2 Fissuras causadas pelo assentamento do concreto e pela perda de aderência da armadura**

De acordo com Souza e Ripper (1998), este tipo de origem de fissuração ocorre sempre que o movimento da massa do concreto é impedido pela presença de fôrmas ou de barras da armadura, sendo tanto maior quanto mais espessa for a camada de concreto. As fissuras, formadas pelo assentamento do concreto, acompanham a disposição das armaduras,

uma vez que as armaduras provocam a criação do chamado efeito parede, onde se tem a formação de um vazio por baixo da barra, reduzindo a aderência da armadura com o concreto.

#### **2.3.1.3 Fissuras causadas pela variação de temperatura**

Gomes *et al.* (2003) afirma que essa é uma situação típica de estruturas expostas às intempéries, como por exemplo: o sol, a chuva, temperaturas amenas pela noite e calor durante o dia, o que leva a gradientes térmicos naturais, gerando, em consequência, movimentos diferenciados entre elementos verticais e horizontais, resultando em fissuração, que é agravada no caso de diferença de inércia ou de materiais resistentes.

#### **2.3.1.4 Fissuras causadas pela movimentação de fôrmas e escoramentos**

Para Gomes *et al.* (2003), a movimentação das fôrmas ocorre devido ao lançamento do concreto, tendo as seguintes consequências:

- Deformação acentuada da peça devido à insuficiência de escoramentos, gerando alteração de sua seção transversal, com perda de sua resistência e desenvolvimento de um quadro de fissuração;
- Deformação das fôrmas, por mau posicionamento, por falta de fixação adequada, pela existência de juntas mal vedadas, ou por absorção da água do concreto, permitindo a criação de juntas de concretagem não previstas, o que leva a fissuração.

#### **2.3.1.5 Fissuras causadas por movimentações higroscópicas**

As alterações higroscópicas induzem a mudanças dimensionais nos materiais porosos que fazem parte dos elementos e componentes da edificação. Sendo que o aumento do teor de umidade leva a uma expansão do material, enquanto que a diminuição desse teor provoca uma contração. Com a existência de vínculos que impeçam as movimentações poderão ocorrer fissuras nos elementos e componentes do sistema construtivo (OLIVEIRA, 2012).

### 2.3.2 Ataques químicos

Helene (1993 *apud* ALMEIDA, 2009) afirma que a degradação do concreto por ataque químico é um resultado de ataque sobre a matriz do cimento mais que sobre os agregados. Nos processos de degradação, a água atua na maioria dos processos e reações deletérias como transporte de íons e substâncias agressivas, sendo também reagente na formação de compostos salinos, ácidos e géis expansivos. Já para Castro (1994 *apud* ALMEIDA, 2009), a permeabilidade do concreto, caracterizada pela existência de poros, e a presença de fluídos agressivos são fatores determinantes nos efeitos dos ataques químicos, podendo ocorrer de duas maneiras: dissolução, que é a lavagem de componentes solúveis; e expansão, devido à formação e cristalização dos componentes.

De acordo com Andrade (1992) os ataques químicos mais comuns são:

- Ataque por sulfatos;
- Ataque por ácidos;
- Ataque por cloretos.

#### 2.3.2.1 Ataque por sulfatos

Conforme Andrade (1992), o ataque por sulfatos é uma reação que consiste na formação de etringita a partir da reação de íons sulfatos com aluminatos de cálcio hidratado de cimento ou com a alumina reativa dos agregados. Este composto é muito expansivo e produz desagregação de toda a massa, com perdas de resistência consideráveis.

Melo (2011) afirma que os fatores que influenciam o ataque por sulfato são: a quantidade e natureza do sulfato; o nível da água e sua variação sazonal; o fluxo da água subterrânea e a porosidade do solo; a forma de construção e a qualidade do concreto.

#### 2.3.2.2 Ataque por ácidos

Andrade (1992) diz que a penetração dos ácidos causa a decomposição de produtos de hidratação do cimento, formando outros elementos que, caso forem solúveis podem ser lixiviados e, se insolúveis podem expandir no próprio local onde se formam. O resultado deste ataque é a redução da capacidade aglomerante da pasta de cimento, provocando a desagregação do concreto.

De acordo com Metha e Monteiro (1994), o potencial hidrogeniônico (pH) do concreto situa-se entre 12,5 e 13,5 e pode-se considerar qualquer substância com pH inferior a estes valores como um possível agressor do concreto. Na prática, admite-se que as substâncias são agressivas apenas com o pH inferior a 6, agindo sobre concretos de alta permeabilidade, uma vez que o grau de agressividade depende tanto do pH do fluido quanto da permeabilidade. O ataque por ácidos fortes pode causar a deterioração das camadas superficiais do concreto.

### 2.3.2.3 Ataque por cloretos

Melo (2011) destaca que nas marquises a maior preocupação, quanto ao ataque químico nas estruturas, está na névoa salina com alto teor de íons cloretos que se infiltram nas marquises, provocando a corrosão das armaduras. Esta ação é intensificada, sobretudo, pela proximidade com mares e oceanos.

Segundo Silva (2008), os íons de cloreto podem ser introduzidos no concreto das seguintes formas: como aditivo, através da contaminação da água ou da areia; ou pode penetrar desde o exterior em ambientes que os contenham. Já para Monteiro (2002), os íons de cloreto podem estar presentes no concreto de duas maneiras:

- Fixos - quimicamente combinados com as fases alumino-ferríticas para formar os cloroaluminatos, ou adsorvidos às paredes dos poros na estrutura espacial do silicato de cálcio hidratado;
- Livres - precipitados ou dissolvidos na fase aquosa do concreto.

### 2.3.3 Eflorescências

A umidade age como um meio necessário para que grande parte das manifestações patológicas em construções ocorra. Ela é fator principal para o aparecimento de eflorescências, bolores, deterioração de pinturas, de rebocos e, em casos mais extremos, ela pode ser a causa de acidentes estruturais (VERÇOZA, 1991 *apud* ALMEIDA, 2009).

Segundo Melo (2011), a eflorescência é um processo natural, onde a água dissolve o hidróxido de cálcio da pasta de cimento, depois de ter entrado pelos poros capilares. O hidróxido de cálcio dissolvido pode reagir com o dióxido de carbono da atmosfera para formar carbonato de cálcio insolúvel na superfície do concreto. Na maioria dos casos toda a superfície ficará coberta por carbonato de cálcio, que são as manchas. O sal também pode se

formar quando a água reúne dois ou mais compostos diferentes que reajam entre si. Para que ocorra a eflorescência há sempre uma constante necessidade de umidade, por isso para a correção dessa manifestação patológica, deve-se primeiramente eliminar a umidade. Ainda de acordo com Melo (2011), os sais solúveis que dão origem às eflorescências podem ter origens nas matérias-primas, nos materiais de construção e na água existente no subsolo. Na maioria dos casos de eflorescências, esses sais já fazem parte integrante do material de construção que, ao ser atravessado pela umidade, os dissolve na água. As eflorescências dos materiais de construção são causadas por sais de cálcio, de sódio, de potássio, de magnésio ou de ferro.

Para Melo (2011), as eflorescências podem possuir manchas de cor castanhas ou de ferrugem, que é o tipo de mancha mais comum do concreto armado. Ela, geralmente, aparece quando há pouco cobrimento da armadura, ou quando o concreto é muito poroso, ou quando o aço entra em contato com substâncias oxidantes, como os ácidos inorgânicos. As eflorescências podem possuir também manchas brancas, com aspecto de nuvem, pulverulentas, geralmente são causadas por sulfatos (sódio, potássio, cálcio ou magnésio). Elas são bastante e facilmente solúveis em água. Quando o sal é depositado por atmosferas industriais, ou vem do solo junto com a água de capilaridade, a deposição será permanente nesse caso. Podem ocorrer também manchas de cor branca escorrida, ela não é solúvel em água e é muito aderente, são manchas de carbonato de cálcio, formado pela reação do hidróxido de cálcio com o gás carbônico da atmosfera. Essas manchas não corroem o material, porém dão um péssimo aspecto e podem causar o descolamento dos revestimentos ou a esfoliação de pinturas, porque o sal é mais grosso que os sulfatos.

#### **2.3.4 Ataques físicos**

Segundo os autores Souza e Ripper (1998), as causas intrínsecas ao processo de deterioração da estrutura são as resultantes da ação da variação da temperatura externa, da insolação, do vento e da água que pode ser em forma de chuva, gelo e umidade. Pode-se também relacionar as eventuais solicitações mecânicas ou acidentes ocorridos durante a fase de execução de uma estrutura como também durante a fase de utilização da edificação.

### 2.3.5 Carbonatação

Figueiredo (2005) define carbonatação como um processo físico-químico de neutralização da fase líquida intersticial do concreto, saturada de hidróxido de cálcio  $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$  e de outros compostos alcalinos hidratados.

Conforme Cascudo (1997), a alta alcalinidade do concreto deve-se à presença de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , formado durante a hidratação do cimento. A consequência da carbonatação é a redução da alcalinidade do concreto, devido à lixiviação dos compostos cimentícios, que reagem com os agentes agressivos presentes na atmosfera, principalmente com o dióxido de carbono  $[(\text{CO}_2)]$ , resultando na formação de carbonatos e água.

Andrade (1992) destaca que o pH do concreto carbonatado diminui para valores inferiores a 9,0 na presença de umidade relativa entre 50% e 80%. Quando a umidade for superior a 80%, a água tende a saturar os poros do concreto, dificultando a entrada do  $\text{CO}_2$ . Quando a umidade relativa for baixa, os poros se encontram secos e acabam não reagindo por falta da água.

Segundo Medeiros (2005), o avanço da carbonatação no concreto é denominada frente de carbonatação. Esta frente de carbonatação separa o concreto em duas zonas: uma zona com pH menor que 9,0 e outra com pH maior que 12. Quando a frente de carbonatação encontra a armadura acaba provocando a despassivação da mesma, iniciando o processo de corrosão da armadura.

### 2.3.6 Corrosão das armaduras

Verçoza (1991 *apud* ALMEIDA, 2009) afirma que a corrosão da armadura é a interação destrutiva de um material com o ambiente, podendo ser através do processo químico ou eletroquímico.

Polito (2006) define corrosão das armaduras como sendo uma reação eletroquímica em meio aquoso, resultando da formação de uma célula de corrosão com eletrólito e diferença de potencial entre pontos da superfície. Se qualquer um destes elementos for retirado, ou se impedirmos a entrada de oxigênio o processo é paralisado. O eletrólito é representado pela umidade presente no interior do concreto. É uma solução carregada ionicamente que permite ocorrerem as reações e também possibilita o fluxo iônico. A diferença de potencial entre dois pontos da superfície pode ocorrer por diversos fatores, dentre os quais se destacam: a

diferença de umidade, a aeração, a concentração salina, a tensão no concreto e no aço e a falta de uniformidade na composição do aço.

De acordo Cánovas (1988), todos os ácidos inorgânicos (sulfídrico, clorídrico, nítrico, fluorídrico, entre outros) são agentes violentos de corrosão. Se os mesmos forem gotejados em aços, os perfuram rapidamente. O cloro e os cloretos são perigosos para a armadura e também para o concreto, uma vez que a reação é contínua. Os cloretos são muito encontrados em aditivos, já que são aceleradores de pega muito eficientes e rápidos. De acordo com Verçoza (1991 *apud* ALMEIDA, 2009), a corrosão química pode ocorrer eventualmente, sem a penetração de substâncias corrosivas. O aço, ao ar livre, em presença de oxigênio, pode ou não se transformar em ferrugem.

A corrosão das armaduras é uma das principais manifestações patológicas, sendo a responsável por grandes prejuízos nas estruturas de concreto armado. A corrosão do aço é a sua transformação em  $\text{Fe(OH)}_n$ , podendo ser o  $\text{Fe(OH)}_2$ , que é o hidróxido ferroso, e também pode ser o  $\text{Fe(OH)}_3$ , que é o hidróxido férrico. Este hidróxido é a ferrugem, material fraco que não tem aderência, e aumenta de volume à medida que se forma em até dez vezes com relação ao volume do aço que lhe deu origem (CÁNOVAS, 1988).

Para Almeida (2009), o concreto resulta em um sólido compacto e denso, porém poroso. A rede de poros permite que o concreto apresente certa permeabilidade aos líquidos e gases. Mesmo que o cobrimento das armaduras seja uma barreira física, esta é permeável, em certa medida, e permite o acesso de elementos agressivos. Segundo Cánovas (1988), o desgaste da camada de concreto que cobre as barras de aço permite o contato destas com os agentes externos, isso propicia o início de um processo de corrosão do aço. Com o passar do tempo, as barras de aço, que originalmente tinham uma determinada espessura, vão diminuindo devido à corrosão até chegar a um ponto em que a quantidade de aço restante não é mais suficiente para resistir aos esforços de flexão, resultando no colapso da marquise.

Segundo Almeida (2009), a alcalinidade do concreto é devida, sobretudo, ao hidróxido de cálcio que se forma durante a hidratação do cimento. Estas substâncias situam o pH da fase aquosa contida nos poros com valores entre 12,5 e 13,5. Com estes valores de pH, e em presença de certa quantidade de oxigênio, o aço das armaduras encontra-se passivo, ou seja, recoberto por uma capa de óxidos transparentes, compacta e contínua. Quando a passivação do aço não é formada, ou então é enfraquecida e destruída, pode haver corrosão das armaduras. Para que haja perda da passividade e se inicie o processo de corrosão das armaduras, é necessário que apareçam causas que possibilitem a criação de correntes elétricas

de suficiente diferença de potencial para gerar uma pilha que desencadeie o processo corrosivo. Ainda de acordo com Almeida (2009), existem substâncias ou até mesmo ambientes agressivos que são capazes de despassivar as armaduras, colaborando para o início do processo de corrosão, como por exemplo: a diminuição da alcalinidade do concreto, sobretudo devido à carbonatação; a presença de uma quantidade excessiva de cloretos, que foram adicionados durante o amassamento do concreto ou que penetraram através da microestrutura do concreto, ou outros íons despassivantes em contato com a armadura.

A corrosão em estruturas de concreto pode ser classificada em três tipos: corrosão uniforme, corrosão por pite e corrosão sob tensão fraturante (CASCUDO, 1997):

- **Corrosão uniforme ou generalizada:** ocorre em toda a extensão da superfície, ocasionando perda uniforme de espessura. A perda da passivação da armadura na corrosão generalizada pode ocorrer através da carbonatação do concreto;
- **Corrosão por pite ou puntiforme:** acontece em pontos ou pequenas áreas localizadas. Este tipo de corrosão evolui aprofundando-se, podendo causar o rompimento pontual da barra. No início, a formação do pite é lenta, porém quando formado, gera um processo autocatalítico que produz condições para um contínuo crescimento. A perda da passivação da armadura na corrosão por pite pode ocorrer através da presença de íons cloreto, rompendo pontualmente a película passiva;
- **Corrosão por tensão fraturante:** é outro tipo de corrosão que atua de maneira localizada e ocorre devido à tensão de tração, podendo ocorrer o início de propagação de fissuras.

### 2.3.7 Bolor e limo

Almeida (2009) conceitua bolor como sendo a manifestação de um tipo de fungo, onde se alimenta de materiais orgânicos. Esses fungos costumam aparecer em ambientes úmidos por condensação, onde não há água corrente, que é um local ideal para sua proliferação. O resultado dessa proliferação são manchas escuras. Existem também os fungos que podem apresentar manchas com cor esverdeada, branca e avermelhada. Essas manchas são oriundas do tipo de reação química ou da deposição de esporos, que são as sementes dos fungos, ou ainda provenientes da cor do próprio fungo, quando visível. Verçozza (1991 *apud* ALMEIDA,

2009) diz que os fungos são vegetais inferiores, que não possuem clorofila. Sendo esta, a responsável pela decomposição das substâncias orgânicas mais complexas para transformá-las em mais simples, onde as mesmas servem de alimento para o vegetal. Como os fungos não possuem clorofila, suas raízes segregam enzimas que fazem a decomposição. Essas enzimas funcionam como se fosse um ácido. Então, o material, onde cresce o fungo, é atacado e queimado por essas enzimas. Devido a isso, há o surgimento de manchas e, numa idade mais avançada, desagregação da superfície. Os fungos têm preferência por bases orgânicas, frestas e fissuras.

Os fungos podem se desenvolver em cerâmica, vidro, concreto, argamassa, entre outros materiais, uma vez que os mesmos necessitam de pouco alimento, e nem sempre se alimentam do próprio material onde crescem. Já os limos são vegetais microscópicos, possuem a cor verde e não atacam diretamente o substrato onde estão localizados, porém eles podem causar o desagregamento lento das argamassas pela pressão de suas raízes entre os grãos e poros (ALMEIDA, 2009).

### 3 METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, inicialmente, foram feitas pesquisas bibliográficas, cujo objetivo é ter um embasamento teórico a respeito do tema. Em seguida, iniciou-se o estudo de caso sobre as manifestações patológicas nas marquises do Centro de João Pessoa. Esta etapa envolveu a coleta de dados e análise dos dados, que serão abordados a seguir.

#### 3.1 Coleta de dados

Foram realizadas inspeções visuais nas marquises de concreto armado localizadas nas seguintes ruas do Centro de João Pessoa: da República, Padre Azevedo e Padre Meira. Através dessas inspeções visuais, foi possível identificar as manifestações patológicas nas marquises. Essa área foi escolhida para o estudo das marquises, porque é uma região predominantemente comercial, apresentando um grande número de marquises e possui um grande fluxo de pessoas. A figura 3 destaca as ruas onde foram realizadas as inspeções nas marquises.

**Figura 3** – Centro de João Pessoa



**Fonte:** Google maps (2015)

A coleta de dados foi realizada por meio de inspeção visual da estrutura da marquise, com auxílio de um checklist (anexo A), cuja finalidade era identificar e registrar as manifestações patológicas encontradas nas marquises, tais como: corrosão das armaduras, fissuras, destacamento do concreto, manchas de umidade, eflorescências, bolor e possíveis objetos que causam sobrecargas nas marquises, prejudicando a sua vida útil. Logo em seguida, foi realizado um levantamento fotográfico das manifestações patológicas identificadas.

Após a realização das inspeções visuais nas marquises, foram identificadas 34 marquises com manifestações patológicas (anexo B).

### **3.2 Análise dos dados**

Esta etapa foi executada após a conclusão das inspeções visuais e do levantamento fotográfico. Com o auxílio dos dados coletados e das referências bibliográficas, as possíveis causas das manifestações patológicas foram determinadas e também foi possível relatar procedimentos para a recuperação de uma das marquises do Centro de João Pessoa, que está bastante deteriorada, cuja função é aumentar a sua vida útil.

## 4 ESTUDO DE CASO

A região central de João Pessoa é uma área que apresenta um elevado número de edificações antigas, que possuem manifestações patológicas nas suas marquises. Durante as inspeções visuais realizadas em edificações comerciais, situadas na Rua da República, Rua Padre Azevedo e na Rua Padre Meira, foram identificadas nas marquises as seguintes manifestações patológicas: corrosão das armaduras, destacamentos do concreto e do revestimento, trincas, manchas de umidade, eflorescências, bolor e limos. Essas manifestações patológicas, que foram citadas anteriormente, serão discutidas a seguir, com ênfase para as suas possíveis causas.

### 4.1 Corrosão das armaduras

A corrosão das armaduras é um dos casos de manifestações patológicas mais relevantes nas marquises do Centro de João Pessoa, que foi facilmente detectada através de inspeções visuais. A figura 4 mostra uma marquise com armaduras positivas expostas em estado de corrosão, com perda de seção de aço.

**Figura 4 - Corrosão das armaduras generalizada**



**Fonte:** Acervo próprio (2015)

A figura 5 mostra uma marquise com manchas avermelhadas na superfície do revestimento. Isso é uma evidência da corrosão das armaduras, que se apresenta em estado generalizado.

**Figura 5** - Marquise apresentando corrosão das armaduras



**Fonte:** Acervo próprio (2015)

A figura 6 mostra outra marquise com armaduras positivas expostas em estado de corrosão. Essa situação é muito agravante, pois essas marquises que tem armaduras corroídas podem chegar ao colapso, oferecendo um grande perigo à segurança dos pedestres que transitam sob elas.

**Figura 6 - Marquise com armaduras positivas expostas**



**Fonte:** Acervo próprio (2015)

A marquise possui a sua armadura principal localizada na sua parte superior. Quando uma marquise possui armaduras positivas expostas e em estado de corrosão, têm-se fortes indícios que a armadura negativa esteja numa situação igual ou pior que armadura positiva, pois a marquise possui a superfície superior em contato direto com agentes externos, tais como: água da chuva, agentes agressivos presentes na atmosfera poluída e com os efeitos de variação de temperatura.

As figuras anteriores também mostram o destacamento do concreto e do revestimento da marquise e manchas de umidade. Essas manifestações patológicas serão discutidas nos próximos subcapítulos.

As possíveis causas para a corrosão das armaduras da estrutura de concreto armado das marquises do Centro de João Pessoa são:

- **Impermeabilização:** a ausência de impermeabilização ou até mesmo uma má impermeabilização permite que a água da chuva se infiltre no interior da estrutura, facilitando a penetração de agentes deterioradores do concreto armado, como por exemplo, o  $\text{CO}_2$ , que contribui para o processo de corrosão das armaduras;
- **Cobrimento da armadura:** o cobrimento da armadura insuficiente deixa o aço mais vulnerável ao ataque de agentes agressivos. A falta de espaçadores ou a insuficiência deles, na etapa de execução das marquises, contribuiu para que não houvesse um cobrimento adequado da armadura;
- **Concreto:** há indícios do concreto ser de péssima qualidade, com baixa resistência e também muito permeável, o que pode permitir a entrada de

agentes agressivos no seu interior, facilitando o desencadeamento do processo de corrosão das armaduras;

- **Carbonatação:** a carbonatação do concreto é um dos fatores determinantes para o início da corrosão das armaduras. O  $\text{CO}_2$  presente no ar atmosférico reage com os hidróxidos alcalinos presentes nos poros do concreto, diminuindo a sua alcalinidade. Isso causa a despassivação da armadura, onde o aço perde a sua película protetora, ficando vulnerável para o início do processo de corrosão;
- **Manutenção preventiva:** as edificações comerciais localizadas na área de estudo são bastante antigas, algumas delas possuem mais de 40 anos de construção. A falta de manutenção preventiva nas estruturas das marquises pode ser uma das possíveis causas para a corrosão das armaduras.

#### 4.2 Destacamentos do concreto e do revestimento

Algumas marquises do Centro de João Pessoa apresentam destacamentos do concreto e de revestimento na sua parte inferior. Essa manifestação patológica pode ocasionar acidentes graves com vítimas, se porventura algum pedestre esteja passando embaixo da marquise no momento da queda do destacamento do concreto. As figuras 7 e 8 mostram os destacamentos do concreto e do revestimento identificados nas marquises do Centro de João Pessoa.

**Figura 7** - Destacamentos do concreto e do revestimento



**Fonte:** Acervo próprio (2015)

**Figura 8** - Marquise com deslocamentos de concreto



**Fonte:** Acervo próprio (2015)

As possíveis causas para os deslocamentos do concreto e do revestimento na parte inferior das marquises são:

- **Corrosão das armaduras:** os óxidos resultantes do processo de corrosão das armaduras, como por exemplo,  $\text{Fe(OH)}_2$  e  $\text{Fe(OH)}_3$ , são muito expansivos. Essa expansão do aço gera tensões indesejáveis no concreto, que por sua vez não consegue absorver essas tensões. Devido a isso, o concreto se destaca juntamente com o revestimento da marquise;
- **Argamassas de revestimento com saibro:** a maioria das edificações antigas possui o seu revestimento com argamassa que contém saibro na sua composição. O saibro é uma mistura entre argila e areia. A argila se expande na presença de água e provoca tensões no revestimento, fazendo o mesmo cair da marquise.

### 4.3 Trincas

A manifestação patológica menos incidente nas marquises de concreto armado do Centro de João Pessoa foi a trinca. A figura 9 mostra uma trinca localizada no consolo de uma marquise. A possível causa para o surgimento desta manifestação patológica é a corrosão das armaduras, pois os produtos resultantes do processo de corrosão das armaduras fazem com que o aço aumente o seu volume em até 10 vezes em relação ao seu volume inicial. Essa expansão gera tensões no concreto, ocasionando trincas devido à falta de resistência à tração do mesmo.

**Figura 9 -** Trinca localizada no consolo da marquise



Fonte: Acervo próprio (2015)

#### 4.4 Manchas de umidade e eflorescências

As manifestações patológicas mais comuns observadas durante as inspeções visuais nas marquises foram as manchas de umidade e as eflorescências, que podem ser visualizadas nas figuras 10,11 e 12.

**Figura 10 -** Marquise com manchas de umidade



Fonte: Acervo próprio (2015)

Pode-se observar nas figuras 11 e 12, que além da presença de eflorescências nas marquises, também havia a esfoliação da pintura, deixando a marquise com um aspecto visual muito ruim.

**Figura 11** - Marquise com eflorescência e com esfoliação na pintura



Fonte: Acervo próprio (2015)

**Figura 12** - Eflorescência e esfoliação da pintura



Fonte: Acervo próprio (2015)

As possíveis causas para as manchas de umidade, eflorescências e esfoliação da pintura na parte inferior das marquises do Centro de João Pessoa são:

- **Manutenção preventiva:** a ausência de manutenção preventiva nas estruturas das marquises, principalmente em relação à impermeabilização delas, pode ser também uma possível causa para o surgimento dessas manifestações patológicas;
- **Impermeabilização:** a deficiência na impermeabilização da marquise facilita a percolação da água da chuva pelos poros do concreto, levando os sais solúveis presentes nos materiais constituintes da marquise até a superfície inferior dela, favorecendo condições para o surgimento de eflorescências, onde estas contribuem para a esfoliação da pintura da marquise, causando um aspecto visual ruim.

#### 4.5 Bolor, limos e vegetais

Durante as inspeções visuais nas marquises do Centro de João Pessoa foi possível perceber a proliferação de bolor na superfície inferior e na borda da marquise, como mostra a figura 13.

**Figura 13** - Marquise com bolor



Fonte: Acervo próprio (2015)

Também foi observada a presença de limos e vegetais nas bordas de algumas marquises (figuras 14,15 e 16).

**Figura 14** - Marquise com limos



Fonte: Acervo próprio (2015)

**Figura 15 - Marquise com vegetais**

Fonte: Acervo próprio (2015)

**Figura 16 - Desenvolvimento de vegetais sobre a marquise**

Fonte: Acervo próprio (2015)

O desenvolvimento de vegetais sobre as marquises é uma situação muito preocupante, pois eles podem provocar fissuras na marquise devido as suas raízes estarem infiltradas na estrutura da marquise e comprometer o sistema de impermeabilização. Além de causar fissuras, essas raízes também podem facilitar a entrada de agentes agressivos para o interior do concreto, que contribuem para o processo de corrosão das armaduras.

As possíveis causas para o surgimento de bolor, limos e vegetais nas marquises são:

- **Pingadeira:** a ausência de pingadeira, que é um revestimento localizado na borda da marquise, favorece para que água proveniente da chuva escoe para a parte inferior da marquise, provocando o bolor na superfície do revestimento;
- **Presença de aves:** algumas marquises apresentaram limos e vegetais na sua parte superior. Uma possível causa para o desenvolvimento desses vegetais nesses locais são as aves (pássaros), pois elas transportam sementes e podem

deixá-las sobre as marquises. A parte superior das marquises é uma região que tem umidade devido à água da chuva, o que dá condições para a reprodução desses vegetais;

- **Impermeabilização:** a má impermeabilização provoca infiltrações provenientes da água da chuva, criando boas condições para o surgimento de bolor na parte inferior das marquises do Centro de João Pessoa;
- **Manutenção preventiva:** a falta de manutenção preventiva também pode ser uma possível causa para o aparecimento de bolor, limos e vegetais na parte superior da marquise, uma vez que essas edificações comerciais são muito antigas e não são realizadas inspeções periódicas, com o objetivo de aumentar a vida útil das estruturas das marquises.

#### 4.6 Sobrecargas nas marquises

A sobrecarga nas marquises foi um fato muito observado durante a realização de inspeções para este estudo de caso. Podemos observar na figura 17 compressores de aparelhos condicionadores de ar, latas de tinta e um conjunto de andaimes sobre a marquise. Essa carga possivelmente não foi prevista na época de elaboração dos projetos da estrutura da marquise, o que pode aumentar consideravelmente o carregamento e conseqüentemente o momento fletor negativo. Essa sobrecarga pode contribuir para o surgimento de fissuras ou trincas, infiltrações, deformações excessivas na estrutura da marquise e até mesmo provocar o colapso da estrutura.

**Figura 17 - Sobrecarga na marquise**



**Fonte:** Acervo próprio (2015)

#### 4.7 Procedimentos para a recuperação estrutural de uma marquise do Centro de João Pessoa-PB

A figura 18 retrata uma edificação do Centro de João Pessoa muito antiga que possui uma marquise, onde a mesma está bastante deteriorada, apresentando um grande risco para a segurança dos pedestres que sob ela transitam. Com as inspeções visuais, foi possível identificar nessa marquise o destacamento do concreto, armaduras positivas expostas com sinais de corrosão, eflorescências e bolor.

**Figura 18** - Marquise do Centro de João Pessoa



**Fonte:** Acervo próprio (2015)

Para que a marquise da figura anterior não se aproxime do colapso e tenha a sua vida útil prolongada, é necessário fazer a recuperação estrutural da mesma. Os procedimentos de recuperação estrutural que poderiam ser executados na marquise da figura 18 são os seguintes:

- 1) Executar o escoramento da marquise, tendo o cuidado para não deixar as escoras com grandes espaçamentos entre elas, pois poderá haver inversão dos momentos fletores. O espaçamento entre as escoras deve ser de 50 cm;
- 2) Realizar o ensaio não destrutivo de esclerometria, com o objetivo de determinar a dureza superficial do concreto;
- 3) Identificar a posição, quantidade, diâmetro e cobrimento das armaduras da marquise através do ensaio não destrutivo de pacometria;
- 4) Escarificar o concreto na parte superior da marquise, abrindo janelas de inserção com auxílio de um rompedor de concreto;

- 5) Realizar o ensaio não destrutivo de potencial de corrosão, com a finalidade de delimitar a região da marquise que possui armaduras corroídas;
- 6) Verificar a profundidade de carbonatação no concreto através de aspensão de fenolftaleína;
- 7) Remover todo concreto contaminado pela carbonatação, abrangendo também toda a área que possui armaduras corroídas;
- 8) Fazer a limpeza rigorosa da região que possui armaduras corroídas com escova de aço e jateamento a vapor;
- 9) Quantificar com auxílio de um paquímetro a perda de seção das armaduras corroídas;
- 10) Acrescentar novas armaduras para recompor a seção transversal que foi perdida, fazendo a ancoragem das novas barras conforme os critérios da NBR 6118;
- 11) Realizar o tratamento das armaduras com produtos anticorrosivos, garantindo a película passivadora das mesmas;
- 12) Confeccionar os painéis de madeira compensada, para posterior execução da forma da marquise;
- 13) Executar a concretagem da laje;
- 14) Realizar a cura do concreto da marquise durante 7 dias;
- 15) Após 28 dias, realizar a impermeabilização com manta asfáltica na parte superior da marquise;
- 16) Realizar a proteção mecânica da impermeabilização, deixando o caimento para o escoamento das águas pluviais com no mínimo 1%;
- 17) Retirar todo o escoramento da marquise após 28 dias da concretagem, no sentido da extremidade do balanço para o interior da estrutura da marquise;
- 18) Executar a pingadeira na borda da marquise, para que a água da chuva não escoe para o interior da marquise;
- 19) Fazer um novo revestimento na parte inferior da marquise;
- 20) Após a cura do reboco, aplicar a massa acrílica;
- 21) Fazer o lixamento da massa acrílica;
- 22) Pintar a parte inferior da marquise com tinta acrílica.

Após os procedimentos de recuperação estrutural que foram citados anteriormente, é necessário estabelecer ações de manutenção preventiva periódica, com a finalidade de evitar

que a marquise volte a apresentar manifestações patológicas, prolongando a vida útil da estrutura. Sendo assim, as ações de manutenção preventiva que podem ser executadas pelo proprietário da edificação são:

- Realizar limpeza na parte superior da marquise a cada seis meses, com a finalidade de evitar o desenvolvimento de limos como também de vegetais, que contribuem para degradar o sistema de impermeabilização da marquise;
- Verificar regularmente as condições de impermeabilização da marquise;
- Realizar inspeções periódicas, verificando na parte inferior da marquise se há destacamento do revestimento, manchas de umidade, existência de fissuras e, principalmente, armaduras expostas;
- Contratar um profissional habilitado, no caso um engenheiro civil, para realizar vistorias técnicas na estrutura da marquise a cada três anos, já que se trata de uma edificação antiga com histórico de problemas patológicos na sua estrutura, por isso ela merece esse acompanhamento técnico durante esse intervalo de tempo.

## 5 CONCLUSÕES

Foi exposto neste trabalho que existem manifestações patológicas que puderam ser identificadas visualmente com bastante facilidade nas marquises do Centro de João Pessoa, apesar de que as vistorias limitaram-se apenas às partes visíveis da estrutura, principalmente na região inferior da marquise, devido à falta de condições de acesso e também a ausência de ensaios não destrutivos para a determinação de um diagnóstico mais preciso. Vale destacar que a parte superior da marquise não foi inspecionada, sendo esta considerada uma região muito relevante devido às concentrações dos esforços de tração. Entretanto, com uma simples inspeção visual na parte inferior das marquises foi possível identificar manifestações patológicas, tais como: destacamentos do concreto e do revestimento; trincas; armaduras expostas em estado de corrosão; manchas de umidade; eflorescências e bolor. Dentre essas manifestações patológicas, as que apresentaram uma maior incidência nas marquises foram: as manchas de umidade; eflorescências e bolor. Verificou-se também, que algumas marquises estão muito deterioradas, apresentando um processo avançado de corrosão de armaduras, o que pode levar a graves acidentes, principalmente com os pedestres que transitam sob elas, já que essa região apresenta um grande fluxo de pessoas.

Algumas manifestações patológicas poderiam ser evitadas, se os proprietários das edificações realizassem manutenções preventivas nas marquises. A má impermeabilização das marquises foi uma das possíveis causas para a ocorrência de várias manifestações patológicas que foram identificadas neste trabalho.

Os órgãos públicos, principalmente a Defesa Civil de João Pessoa e o CREA-PB, deveriam ter mais comprometimento com a atual situação de deterioração das marquises do Centro de João Pessoa, onde eles poderiam intensificar as fiscalizações e também alertar os proprietários das edificações com marquises, que apresentam manifestações patológicas, sobre os riscos de colapso delas, caso não realizem manutenções preventivas. Essa conscientização é de extrema importância, pois caso uma marquise chegue ao colapso, poderá ferir pessoas ou até mesmo causar mortes. Além disso, o proprietário da edificação irá responder um processo criminalmente.

Um diagnóstico técnico com ensaios não destrutivos das estruturas das marquises do Centro de João Pessoa poderia ser realizado em futuros trabalhos, uma vez que o presente trabalho limitou-se somente às inspeções visuais na região inferior das marquises. Então são sugestões para futuros trabalhos:

- Analisar, se possível, os projetos arquitetônicos e estruturais das edificações;
- Realizar o levantamento geométrico das marquises (espessura da laje, comprimentos longitudinal e transversal);
- Realizar os ensaios não destrutivos (esclerometria, pacometria, ultrasonografia, potencial de corrosão) na estrutura da marquise;
- Verificar a profundidade de carbonatação no concreto através da aplicação de uma solução de indicador de pH com a finalidade de acompanhar a evolução da carbonatação na estrutura da marquise;
- Avaliação das condições de impermeabilização da marquise.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6118/2014: Projeto de Estruturas de Concreto**. Rio de Janeiro, 2014.

ALMEIDA, K. S. Análise do Estado de Conservação de Marquises. **Estudo de Caso em Edificações do Centro do Recife (PE)**. 2009. 106 f. Monografia (Especialização em Inspeção Manutenção e Recuperação de Estruturas) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, UFPE, Recife, 2009. Disponível em: <<http://www.posgraduacao.poli.br/monografias/Monografia%20final%2008.06.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2014.

ANDRADE, C. **Manual para diagnóstico de obras deterioradas por corrosão de armaduras**. São Paulo: Pini, 1992. 104p.

CÁNOVAS, M.F. **Patologia e Terapia do Concreto Armado**. São Paulo: Pini, 1988. 522p.

CARMO, M. A. **Estudo da Deterioração de Marquises de Concreto Armado nas cidades de Uberlândia e Bambuí**. 2009. 116 f. Mestrado – Programa de Pós - Graduação em Engenharia, Universidade Federal de Uberlândia, 2009. Disponível em: <[http://www.ppgec.feciv.ufu.br/sites/ppgec.feciv.ufu.br/files/Anexos/Bookpage/Anexo\\_Marco\\_Antonio\\_do\\_Carmo.pdf](http://www.ppgec.feciv.ufu.br/sites/ppgec.feciv.ufu.br/files/Anexos/Bookpage/Anexo_Marco_Antonio_do_Carmo.pdf)>. Acesso em: 15 dez. 2014.

CASCUDO, O. **O controle da corrosão de armaduras em concreto: inspeção e técnicas eletroquímicas**. São Paulo. Pini: 1997. 237p.

CASTRO, E. K. **Desenvolvimento de metodologia para manutenção de estruturas de concreto armado**. 1994. 185 p. Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, 1994 *apud* ALMEIDA, K. S. Análise do Estado de Conservação de Marquises. **Estudo de Caso em Edificações do Centro do Recife (PE)**. 2009. 106 f. Monografia (Especialização em Inspeção Manutenção e Recuperação de Estruturas) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, UFPE, Recife, 2009. Disponível em: <<http://www.posgraduacao.poli.br/monografias/Monografia%20final%2008.06.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2014.

CEPD – Centro de Estudos e Pesquisa de Desastres. **Inspeção em marquises de prédios residenciais e comerciais**. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <[http://www.ofca.com.br/BOTAO\\_PRINCIPAL/PUBLICACOES\\_ARTIGOS/ARTIGOS/30\\_08\\_07\\_MARQUISE\\_O\\_QUE\\_FAZER.pdf](http://www.ofca.com.br/BOTAO_PRINCIPAL/PUBLICACOES_ARTIGOS/ARTIGOS/30_08_07_MARQUISE_O_QUE_FAZER.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2014.

FIGUEIREDO, E. P. **Efeitos da carbonatação e de cloretos no concreto**. IBRACON, Cap. 27, p.829 – 855. Volume 2. São Paulo. 2005.

GOMES, A. M. *et al.* **Proposta de Norma para inspeção de Marquise**. In: XII COBREAP - Congresso Brasileiro de Avaliações e Perícias, 2003, Belo Horizonte. Anais do XII COBREAP - Congresso Brasileiro de Avaliações e Perícias, 2003. Disponível em: <<http://ibape-nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2012/12/Proposta-de-Norma-para-Inspecao-de-Marquise.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2014.

GONÇALVES, M. de O. **Marquises de concreto armado da cidade de Viçosa- MG: manifestações patológicas, inspeção e avaliação de grau de deterioração**. 2011. 183 f. Dissertação (Mestrado construção civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011. Disponível em: <<http://alexandria.cpd.ufv.br:8000/teses/engenharia%20civil/2011/238199f.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2014.

GOOGLE MAPS.

Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/R.+Padre+Azevedo++Varadouro,+Jo%C3%A3o+Pessoa++PB,+58010-360/@-7.1178793>>. Acesso em: 11 fev. 2015.

HELENE, P. R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. 2ª Edição. São Paulo: Pini, 1992.

HELENE, P.R.L. Vida útil de estruturas de concreto armado sob o ponto de vista da corrosão de armadura. Departamento de Engenharia de Construção Civil - EPUSP, 1993. 25p. *apud* ALMEIDA, K. S. Análise do Estado de Conservação de Marquises. **Estudo de Caso em Edificações do Centro do Recife (PE)**. 2009. 106 f. Monografia (Especialização em Inspeção Manutenção e Recuperação de Estruturas) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, UFPE, Recife, 2009. Disponível em: <<http://www.posgraduacao.poli.br/monografias/Monografia%20final%2008.06.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2014.

HELENE, P.R.L. **Introdução da Vida Útil no Projeto das Estruturas de Concreto**. In: 2º WORKDUR, 2001, São José dos Campos. Anais do 2º WORKDUR, v.1.p.45-57. 2003. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/download/3355/1808>>. Acesso em: 01 dez. 2014.

JÚNIOR, M. P. C. **Avaliação Pós-Ocupação e manutenção estratégica de escolas públicas**. 2001. Dissertação (Pós Graduação em Engenharia Civil) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. 2001. Disponível em: <<http://portais.ufes.br/prppg/ext/mono.php?prograss=1236&curso=13&prog=30001013012P3>>. Acesso em: 12 dez. 2014.

Marquise cai e deixa seis feridos na Feira Central de Campina Grande. **G1 Paraíba**. 19 de abril de 2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2013/04/marquise-cai-e-deixa-seis-feridos-na-feira-central-de-campina-grande.html>>. Acesso em: 12 fev. 2015.

MEDEIROS, B. L. **Estruturas subterrâneas de concreto**: levantamento de manifestações patológicas na Região Metropolitana de Curitiba e análise de sistemas de reparo. 2005. 129 f. Dissertação (Mestrado em construção civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005. Disponível em: <<http://www.prppg.ufpr.br/ppgcc/sites/www.prppg.ufpr.br/ppgcc/files/dissertacoes/d0067.pdf>> Acesso em: 12 dez. 2014.

MEDEIROS, M. H. F.; GROCHOSKI, M. **Marquises: por que algumas caem?** 9f. Artigo Científico – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006. Disponível em: <[http://coral.ufsm.br/decc/ECC1006/Downloads/Marquises\\_quedas.pdf](http://coral.ufsm.br/decc/ECC1006/Downloads/Marquises_quedas.pdf)>. Acesso em: 12 dez. 2014.

MELO, A. C. de A. **Estudo das manifestações patológicas nas marquises de concreto armado do Recife**. 2011. 215 f. Dissertação (Mestrado em construção civil) - Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, 2011. Disponível em <<http://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/07/d49.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2015.

MEHTA, P.K.; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto: Estrutura, propriedades e Materiais**. São Paulo: Pini. 1994. 573p.

MONTEIRO, E. C. B. **Avaliação do método de extração eletroquímica de cloretos para reabilitação de estruturas de concreto com problemas de corrosão de armaduras**. 2002. 211 f. Tese - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002. Disponível em: <<http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.teses.usp.br%2Fteses%2Fdisponiveis%2F3%2F3146%2Ftde-19042007>>. Acesso em: 12 dez. 2014.

OLIVEIRA, A. M. **Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações**. 2012. 96 f. Monografia (Especialização em Gestão em Avaliações e Perícias) - Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2012. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg2/96.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2014.

POLITO, G. **Corrosão em estruturas de concreto armado**: causas, mecanismos, prevenção e recuperação. 2006. 191 f. Monografia (Especialista em avaliação e Perícia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2006. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Monografia%20Giulliano%20Polito.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2015.

ROCHA, A. M. **Concreto armado**. Vol. 3. São Paulo: Nobel, 1987 *apud*  
CARMO, M. A. **Estudo da Deterioração de Marquises de Concreto Armado nas cidades de Uberlândia e Bambuí**. 2009. 116 f. Mestrado – Programa de Pós - Graduação em Engenharia, Universidade Federal de Uberlândia, 2009. Disponível em:  
<[http://www.ppgec.feciv.ufu.br/sites/ppgec.feciv.ufu.br/files/Anexos/Bookpage/Anexo\\_Marco\\_Antonio\\_do\\_Carmo.pdf](http://www.ppgec.feciv.ufu.br/sites/ppgec.feciv.ufu.br/files/Anexos/Bookpage/Anexo_Marco_Antonio_do_Carmo.pdf)>. Acesso em: 15 dez. 2014.

SILVA, C. F. C. **Análise das manifestações patológicas de uma edificação residencial – Estudo de caso**. 2008. Monografia (Especialização em Inspeção Manutenção e Recuperação de Estruturas) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, UPE, Recife, 2008. Disponível em:<<http://www.posgraduacao.poli.br/monografias/Monografia%20estudo%20de%20caso%20-%20final.pdf>>. Acesso em: 31 jan. 2015.

SOUZA, V. C.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998. 255p.

THOMAZ, E. **Trincas em Edifícios: Causa, Prevenção e Recuperação**. São Paulo: PINI, 1989. 194p.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das edificações**. Ed. Sagra, 1ª edição, p.7, 28-9, 87-91, 149-150, 1991 *apud*  
ALMEIDA, K. S. **Análise do Estado de Conservação de Marquises. Estudo de Caso em Edificações do Centro do Recife (PE)**. 2009. 106f. Monografia (Especialização em Inspeção Manutenção e Recuperação de Estruturas) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, UFPE, Recife, 2009. Disponível em:  
<<http://www.posgraduacao.poli.br/monografias/Monografia%20final%2008.06.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2014.

**ANEXOS**

## ANEXO A – Checklist de manifestações patológicas

**Tabela 2 - Checklist de manifestações patológicas**

<b>CHECKLIST DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS MARQUISES</b>			
<b>ENDEREÇO:</b>			
<b>DATA:</b>			
Existem fissuras?	<input type="checkbox"/>	SIM	<input type="checkbox"/>
Existem trincas?	<input type="checkbox"/>	SIM	<input type="checkbox"/>
Existe destacamento do concreto?	<input type="checkbox"/>	SIM	<input type="checkbox"/>
Existe destacamento do revestimento?	<input type="checkbox"/>	SIM	<input type="checkbox"/>
Existem armaduras expostas?	<input type="checkbox"/>	SIM	<input type="checkbox"/>
Existem manchas de umidade?	<input type="checkbox"/>	SIM	<input type="checkbox"/>
Existe bolor?	<input type="checkbox"/>	SIM	<input type="checkbox"/>
Existem eflorescências?	<input type="checkbox"/>	SIM	<input type="checkbox"/>
<b>Observações:</b>			

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2015)

## ANEXO B – Marquises com manifestações patológicas

Figura 19 - Marquise 01



Figura 20 - Marquise 02



Figura 21 - Marquise 03



Figura 22 - Marquise 04



Figura 23 - Marquise 05



Figura 24 - Marquise 06



Figura 25 - Marquise 07



Figura 26 - Marquise 08



**Figura 27 - Marquise 09**



**Figura 28 - Marquise 10**



**Figura 29 - Marquise 11**



**Figura 30 - Marquise 12**



**Figura 31 - Marquise 13**



**Figura 32 - Marquise 14**



**Figura 33 - Marquise 15**



**Figura 34 - Marquise 16**



Figura 35 - Marquise 17



Figura 36 - Marquise 18



Figura 37 - Marquise 19



Figura 38 - Marquise 20



Figura 39 - Marquise 21



Figura 40 - Marquise 22



Figura 41 - Marquise 23



Figura 42 - Marquise 24



**Figura 43 - Marquise 25**



**Figura 44 - Marquise 26**



**Figura 45 - Marquise 27**



**Figura 46 - Marquise 28**



**Figura 47 - Marquise 29**



**Figura 48 - Marquise 30**



**Figura 49 - Marquise 31**



**Figura 50 - Marquise 32**



**Figura 51 - Marquise 33**



**Fonte:** Acervo próprio (2015)

**Figura 52 - Marquise 34**



**Fonte:** Acervo próprio (2015)