

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANDERLEY WITTKOWSKI

**PATOLOGIAS EM SISTEMAS ESTRUTURAIS:
MARQUISE DO QUARTEL DA POLÍCIA MILITAR DO PARANÁ
E MARQUISE DO PALÁCIO IGUAÇU**

CURITIBA

2010

ANDERLEY WITTKOWSKI

**PATOLOGIAS EM SISTEMAS ESTRUTURAIS:
MARQUISE DO QUARTEL DA POLÍCIA MILITAR DO PARANÁ
E MARQUISE DO PALÁCIO IGUAÇU**

Monografia apresentada para obtenção do Título de Especialista em Construção de Obras Públicas no curso de Pós Graduação em Construção de Obras Públicas da Universidade Federal do Paraná, vinculado ao Programa Residência Técnica da Secretaria de Estado de Obras Públicas/SEOP.

Orientador: Prof. M.Sc. Carlos Frederico Alice Parchen

CURITIBA

2010

TERMO DE APROVAÇÃO

ANDERLEY WITTKOWSKI

PATOLOGIAS EM SISTEMAS ESTRUTURAIS: MARQUISE DO QUARTEL DA POLÍCIA MILITAR DO PARANÁ E MARQUISE DO PALÁCIO IGUAÇU

Monografia aprovada como requisito parcial para a obtenção do Título de Especialista em Construção de Obras Públicas no Curso de Pós-Graduação em Construção de Obras Públicas da Universidade Federal do Paraná (UFPR), vinculado ao Programa de Residência Técnica da Secretaria de Estado de Obras Públicas (SEOP), pela Comissão formada pelos Professores:

M.Sc. Carlos Frederico Alice Parchen
Profº. ORIENTADOR

José Remigio Soto Quevedo
Profº. TUTOR

Dr. Hamilton Costa Junior
Coordenador Curso Especialização em
Construção de Obras Públicas

Curitiba, 16 de dezembro de 2010.

RESUMO

Este trabalho aborda os aspectos relacionados com a segurança e durabilidade das estruturas em concreto armado de marquises de prédios públicos localizados no município de Curitiba e Região Metropolitana, Estado do Paraná, sob a circunscrição do Escritório Regional da Secretaria de Estado de Obras Públicas. A caracterização deste estudo está na preocupação e na evidência de inúmeros casos de quedas de marquises ocorridos nos últimos anos, o qual retrata a problemática de potencial risco a vidas humanas pela degradação desses elementos estruturais em concreto armado, que possuem comportamento diferenciado das demais estruturas, como vigas, pilares e lajes, comportando-se isostaticamente e de maneira frágil, não avisando quando irá cair. O método utilizado de avaliação das lajes em balanço foram visitas técnicas e inspeções visuais, registros fotográficos e o estudo da situação que se encontram esses elementos estruturais, embasado em artigos e trabalhos científicos, normas técnicas e legislação pertinente ao assunto abordado. Os principais impactos visuais observados não cumprem com o conceito de durabilidade e servicibilidade, permanecendo com características de estruturas sem inspeções periódicas e muitas vezes com nenhum programa de manutenção preventiva ou corretiva, permanecendo com aspecto degradado.

Palavras-chave: Marquises, degradação estrutural, concreto armado, patologias, manutenção, agentes deterioradores.

ABSTRACT

This paper discusses aspects related to safety and durability of reinforced concrete cantilever roofs of public buildings located in Curitiba and metropolitan region, Parana State, under the division of the Regional Office of the State Department of Public Works. Characterization of this study is the concern and evidence of numerous cases of falls from marquees in recent years, which portrays the issue of potential risk to human lives for degradation of the structural elements of concrete, which have different behavior of other structures such as beams, columns and slabs, and isostatically behaving so fragile, not telling when it will fall. The method used for assessing the cantilevered slabs were technical visits and visual inspections, photographic records and the study of the situation that these are structural elements, based on articles and scientific papers, technical standards and legislation relevant to the topic discussed. The main visual impacts observed not complying with the concept of durability and serviceability, staying with characteristics of structures with periodic inspections and often with no program of preventive or corrective maintenance, staying with degraded aspect.

Keywords: Marquees, structural deterioration, concrete, conditions, maintenance, spoilage agents.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Desabamento da sacada do 15º andar em 26/10/08, Maringá-PR	10
Figura 2: Desabamento de marquise em 24/03/06 na Vila Isabel-SP	11
Figura 3: Desabamento de marquise de hotel em 26/02/07 em Copacabana-RJ	11
Figura 4: Marquise desabada anfiteatro da Universidade Estadual de Londrina.....	13
Figura 5: Marquise com laje engastada em balanço	19
Figura 6: Diagrama de esforços cortantes e momentos fletores.....	19
Figura 7: Disposição da armadura negativa em laje descontínua	20
Figura 8: Marquise apoiada em vigas engastadas	21
Figura 9: Armadura corroída e com perda de secção de aço	25
Figura 10: Tipos de corrosão da armadura: generalizada, pite e fissuras	26
Figura 11: lado esquerdo – marquise em balanço; lado direito – marquise apoiada incorretamente na borda do balanço.....	35
Figura 12: Escoramento de laje em balanço.....	36
Figura 13: a) Marquise em balanço; b) Marquise com a borda apoiada; c) Marquise com apoios em toda sua parte inferior.....	36
Figura 14: Estratificação das camadas de impermeabilização	37
Figura 15: Influência de placa publicitária pela ação do vento sobre a marquise.....	37
Figura 16: Sistema de drenagem de águas pluviais	38
Figura 17: Quartel da Polícia Militar do Paraná	41
Figura 18: Linha imaginária mostrando o avanço da marquise sobre a rua.....	43
Figura 19: Escoriações lado direito.....	44
Figura 20: Desprendimento do revestimento do concreto	44
Figura 21: Deterioração causada pela raspagem de caminhões	44
Figura 22: Desprendimento do concreto e ausência de pingadeira.....	45
Figura 23: Consolo lado esquerdo – parte externa, sem presença de fissuras	46
Figura 24: Consolo lado esquerdo – parte interna, sem presença de fissuras	46
Figura 25: Consolo lado direito – parte externa, sem presença de fissuras	47
Figura 26: Consolo lado direito – parte interna, sem presença de fissuras	47
Figura 27: Sistema condutor de água pluvial	49
Figura 28: Intervenção corretiva executada, com recuo da marquise	53
Figura 29: Execução da intervenção corretiva na marquise do Quartel PMPR.....	54

Figura 30: Fachada do prédio Sede do Governo do Estado do Paraná – Palácio Iguazú.....	54
Figura 31: Presença de fissuras e trincas.....	56
Figura 32: Fissuração na direção do balanço da marquise.....	57
Figura 33: Manchas de infiltração de água, com evidência de corrosão generalizada	57
Figura 34: Manchas de tonalidade marron-avermelhada característica de corrosão interna da armadura	60
Figura 35: Fissuras	61
Figura 36: Presença de fissuras com manchas de tonalidade marron-avermelhada	61
Figura 37: Evidência de quadro patológico avançado referente à corrosão da armadura.....	62
Figura 38: Pontos de esfoliação da pintura	63
Figura 39: Desprendimento da borda da pingadeira e abertura de trincas	63
Figura 40: Pontos evidentes de cobrimento inadequado na laje	64
Figura 41: Emassamento das fissuras e trincas	65
Figura 42: Recuperação paliativa da marquise, com massa acrílica e pintura.....	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classe de agressividade ambiental segundo a NBR 6118	27
Tabela 2: Cobrimento nominal da armadura conforme classe de agressividade.....	28
Tabela 3: Determinação fator água cimento e classe do concreto	29
Tabela 4: Causas intrínsecas ao processo de deterioração de estruturas de concreto armado	32
Tabela 5: Causas extrínsecas no processo de deterioração das estruturas de concreto armado	33
Tabela 6: Classificação das aberturas no concreto armado	48
Tabela 7: Classificação dos tipos de lesão no concreto armado.....	59

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO AO ESTUDO DE MARQUISES	09
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL.....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 JUSTIFICATIVA	13
4 ASPECTOS LEGAIS.....	14
5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
5.1 SUSCETIBILIDADE DAS MARQUISES A PATOLOGIAS.....	21
5.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE CONCRETO ARMADO.....	23
5.2.1 NBR 6118/2003 – Projeto de Estruturas de Concreto.....	23
5.2.1.1 Deterioração do concreto.....	23
5.2.1.2 Deterioração da armadura.....	24
5.2.1.3 Agentes causadores de corrosão	26
5.2.2 Agressividade Ambiental Segundo a NBR 6118	27
5.2.3 Influência da Agressividade Ambiental na Durabilidade do Concreto	28
5.2.4 Fissuras	29
5.2.4.1 Fissuras cuja origem está no assentamento do concreto.....	30
5.2.4.2 Fissuras devido ao movimento de formas e escoramentos.....	30
5.2.4.3 Fissuras devido a retração do concreto	30
5.2.4.4 Fissuras ocasionadas pela variação da temperatura.....	30
5.2.5 Desagregação do Concreto	31
5.2.6 Perda de Aderência.....	31
5.2.7 Desgaste do Concreto	31
5.3 PATOLOGIAS EM MARQUISES	31
5.3.1 Origem de Patologias Conforme Etapas do Processo Construtivo.....	33
5.3.1.1 Patologias provenientes da concepção estrutural – projeto	33
5.3.1.2 Patologias provenientes da execução estrutural.....	34
5.3.1.3 Patologias provenientes pela utilização da estrutura	40
6 ANÁLISE E INSPEÇÃO DE MARQUISES EM EDIFICAÇÕES PÚBLICAS.....	41
6.1 MARQUISE DO QUARTEL DO COMANDO GERAL DA POLÍCIA MILITAR DO PARANÁ.....	41

6.1.1 Diagnóstico das Manifestações Patológicas da Marquise	43
6.1.1.1 Situação aparente da marquise.....	43
6.1.1.2 Patologias visivelmente constatadas.....	45
6.1.1.3 Estudo técnico detalhado	47
6.1.1.4 O sistema de escoamento de água pluvial da marquise.....	48
6.1.2 Prognóstico da Marquise	50
6.1.3 Critérios de Recuperação.....	51
6.2 MARQUISE DO PALÁCIO IGUAÇU.....	54
6.2.1 Diagnóstico das Manifestações Patológicas da Marquise	56
6.2.1.1 Situação aparente da marquise.....	56
6.2.1.2 Patologias visivelmente constatadas.....	57
6.2.1.3 Estudo técnico detalhado	58
6.2.2 Prognóstico da Marquise	64
6.2.3 Critérios de Recuperação.....	65
7 CONCLUSÃO.....	68
REFERÊNCIAS	70

1 INTRODUÇÃO AO ESTUDO DE MARQUISES

No início do século XIX as edificações possuíam altura de no máximo dois a quatro pavimentos, pois isto se deve ao fato de que na época o processo tecnológico era rudimentar.

O aprimoramento do Cimento Portland, no início do século XX, juntamente com os estudos técnicos da utilização de armação de aço no processo de execução do concreto armado, trouxe um grande avanço nos procedimentos construtivos. Até os dias atuais, o crescimento de obras verticalizadas nos centros urbanos afirma o uso e o constante desenvolvimento desta tecnologia.

Assim, as construções passaram a ter grandes alturas e aumentaram-se as preocupações com a queda de objetos sobre os pedestres. O primeiro documento que regulamentou a construção de marquise foi o Decreto 6.000/1.937 do Estado do Rio de Janeiro. Neste tornou-se obrigatória a execução de marquise principalmente em centros comerciais e em outras edificações, dependendo do zoneamento.

Tal Decreto sofreu algumas alterações em 1.970 pelo Decreto 3.800, porém não deixou de ser obrigatória a sua construção. Somente em 1.988 com o Decreto 8.272/88 e o Decreto 10.426/91 extinguiu-se a obrigatoriedade de construção de marquise no estado do Rio de Janeiro.

Os registros históricos de desabamentos de marquises chamaram a atenção nos meios de comunicação e principalmente a dos técnicos e construtores. No início da década de 90 em Copacabana duas marquises desabaram, a primeira na Rua Barata Ribeiro, nº 391, em 08/11/1.990, levando uma vítima a óbito; a segunda na Rua Sá Ferreira, nº 25, em 18/02/1.992, com três vítimas fatais.

Não tão distante, na cidade de Londrina, interior do Paraná, o desabamento de uma marquise do anfiteatro do Centro de Estudos Sociais, da Universidade Estadual de Londrina, deixou 22 feridos, sendo três em estado grave e uma morte. Segundo reportagem de Lucio Horta, do Jornal de Londrina, noticiado no dia 12 de fevereiro de 2.006, em entrevista à reitora Lygia Puppato afirmou que o prédio tinha cerca de 10 anos de uso.

No dia 26 de outubro de 2.008 outro fato chamou a atenção dos técnicos e engenheiros peritos em estruturas. No município de Maringá, Paraná, o desabamento da sacada do 15º andar foi a principal causa da destruição das outras 14 sacadas do prédio.



Figura 1: Desabamento da sacada do 15º andar com a destruição das demais sacadas em 26/10/08 em Maringá-PR.

Noticiado no Jornal Paraná Online do dia 02 de dezembro de 2008, as informações constantes no laudo técnico descreveram que houve um aumento da laje da sacada, o que constava no projeto estrutural era uma espessura de 10,5 cm e que foram constatados no local uma espessura total de 14,7 cm, originando desta forma um sobrecarregamento da estrutura, que influenciou no rompimento da primeira sacada.

Outro ponto avaliado no laudo e que contribuiu para a queda dessa sacada em Maringá foi o aspecto marrom-avermelhado em que as barras de aço da estrutura se apresentavam, criando os oxi-hidróxidos de ferro. Este fenômeno conhecido por corrosão da armadura de aço foi ocasionado possivelmente pela ruptura da camada da impermeabilização, diminuindo o diâmetro original do aço e conseqüentemente a resistência do material.

Outros fatores como excesso de carga, rebaixamento das armaduras da laje e alteração da geometria foram levantadas pela comissão que realizou o laudo, formada por quatro engenheiros civis do Sindicato da Construção Civil de Maringá (Sinduscon), Universidade Estadual de Maringá (UEM), Prefeitura Municipal de Maringá, Defesa Civil e o Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Paraná (Crea-PR).

Tem-se relatos de várias outras marquises que vieram a desabar, fazendo com que surgisse a polêmica em torno do risco e utilidade das marquises, bem como o estado de conservação das mesmas.



Figura 2: Desabamento de marquise em 24/03/06 na Vila Isabel-SP.
Fonte: Rizzo (2007).

No dia 26 de fevereiro de 2007, no Bairro de Copacabana, Rio de Janeiro, o desabamento da marquise de um hotel deixou feridos e dois óbitos. A Prefeitura do Rio de Janeiro editou a Lei nº 3.032 de 2000, que dispõe em seu texto a obrigatoriedade de conservação, manutenção e construção de marquises e muros, atribuindo ao Poder Público vistorias anuais, conforme artigo 2º da referida lei.



Figura 3: Desabamento de marquise de um hotel em 26/02/07, em Copacabana-RJ deixou feridos e duas vítimas fatais.

Devido ao tamanho da cidade do Rio de Janeiro a realização de fiscalização é de difícil prática. Conforme dispõe o artigo 30, inciso VIII, da Constituição Federal do Brasil, cabe ao município limitar o direito de construir, para que o crescimento seja organizado e ocorra de forma segura.

É nesse viés, e diante da impossibilidade de fiscalização, que o município regulamentou a Lei 3.032 através do Decreto nº 27.663/07. Pois, tal decreto foi contundente em: 1) proibir a

construção de novas marquises sobre logradouros públicos e em áreas de afastamento frontal das edificações; 2) a demolição de marquises em ocasião de licenciamento de obras de reforma, modificação e acréscimos; 3) demolição de marquise que se encontra em estado precário de conservação, e; 4) obtenção de Declaração de Segurança Estrutural de Marquises para aquelas que existem sobre os logradouros públicos ou no afastamento frontal.

Segundo o Professor Filho (2008), relata que o perigo encontra-se na falta de manutenção dos sistemas estruturais de marquises, como também o excesso de carga que é colocada sobre a estrutura. Um bom sistema de drenagem de água, a manutenção da marquise e da camada de impermeabilização é fundamental para que não haja infiltração e deteriore ao longo do tempo o aço estrutural.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é apresentar e analisar a real situação das marquises de edificações públicas sob a circunscrição do Escritório Regional da Secretaria de Obras Públicas do Paraná, na região de Curitiba, bem como analisar as patologias existentes nessas estruturas, discorrendo um pouco sobre o Código de Posturas da cidade de Curitiba-PR e a responsabilidade civil referente à edificação e aos danos causados a bens materiais ou até a própria integridade física das pessoas que sob elas passeiam.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estudar e aplicar os conhecimentos das disciplinas de Patologias em elementos estruturais e Patologias de sistemas prediais sobre a conservação e manutenção das marquises de prédios públicos.

Diagnosticar, prognosticar e propor soluções de recuperação e manutenção de estruturas de concreto armado em balanço avaliadas em edificações públicas, para garantir a segurança e a real servicibilidade deste sistema estrutural.

Aplicar os objetivos específicos anteriores em dois estudos de caso, em que houve o acompanhamento antes, durante e depois à execução dos reparos intervenientes nas estruturas de marquise: Primeiro a marquise do Quartel do Comando Geral da Polícia Militar do Paraná,

e o segundo é a marquise do Palácio Iguazu – Sede do Governo do Estado do Paraná, ambos na cidade de Curitiba, Paraná.

3 JUSTIFICATIVA

Os casos sobre desabamentos de elementos estruturais de marquises tornaram-se uma preocupação fundamental para a segurança das pessoas que sob eles passeiam, principalmente quando tratamos de edificações públicas, mais especificamente colégios e escolas estaduais.

Fatores como intempéries, falta de manutenção, limpeza, sobrecarga, impermeabilização, levam a ter inspeções periódicas e agir de maneira imediata para sanar patologias e não levar a estrutura ao colapso.

Os crescentes casos de desabamentos de marquises ocorridos nos últimos anos trazem à tona o alerta referente às condições em que se apresentam as lajes em balanço, pois o que seria uma estrutura para proteção aos pedestres devido à queda de objetos dos prédios, torna-se mais uma armadilha que expõe ao perigo a segurança e a vida dos traseuntes.



Figura 4: Marquise desabada no Anfiteatro da Universidade Estadual de Londrina-PR.
Fonte: Medeiros e Grochoski (2007).

Portanto, deve-se cercar todas as etapas de um planejamento construtivo para cálculo e projeto de uma estrutura de concreto armado, desde os critérios específicos da norma, adoção de medidas construtivas no momento da execução, como por exemplo, formas e escoramento, espaçamento da armadura, lançamento e adensamento do concreto, cura e a impermeabilização da estrutura para evitar a infiltração de agentes deterioradores do concreto armado. Bem como adotar medidas preditivas, como manutenções periódicas de acompanhamento do comportamento estrutural e, em último caso, a intervenção para corrigir falhas provenientes de projeto, execução, utilização ou pela própria vida útil da marquise.

4 ASPECTOS LEGAIS

Nas construções de prédios a marquise é um elemento estrutural como qualquer outra parte integrante. O Código Civil (Lei 10.406 de 10/01/2.002) define normas em relação a responsabilidade civil do empreiteiro ou do construtor do edifício ou prédio:

Art. 186 – Aquele que, por ação ou omissão voluntária, negligência, imprudência, violar direito e causar dano a outrem, ainda que exclusivamente moral, comete ato ilícito.

Segundo o artigo acima, incorre aqui duas formas de comportamento humano: a ação e a omissão. A ação vem a ser toda atividade positiva ou negativa desenvolvida pelo homem; a omissão é um comportamento humano pela falta de agir.

A negligência vem a ser uma ação defeituosa, ou seja, a desatenção empregada na realização de um ato, propriamente é o descuido. Por outro lado a imprudência vem a ser um comportamento precipitado, sem precaução, imponderado.

Ainda o referido artigo da norma substitutiva civil trata de que o ato ilícito é toda ação ou a omissão que produz um resultado, ou seja, a violação de direito alheio ou causar danos a terceiros.

A partir do momento que ocorre a violação de direito ou há um dano à terceiros, o Código Civil estabelece a obrigação de repará-los, bem como a indenização referente aos lucros que a pessoa deixou de auferir:

Art. 932 – Aquele que, por ato ilícito, causar dano a outrem, fica obrigado à repará-lo.

Art. 402 – Salvo as exceções expressamente previstas em lei, as perdas e danos devidas ao credor abrangem, além do que ele efetivamente perdeu, o que razoavelmente deixou de lucrar.

Por exemplo, se uma marquise estiver no estado de colapso e esta vir a desabar causando danos a um automóvel táxi que estava estacionado próximo à calçada de pedestres, deve-se responsabilizar o dono do edifício ou da construção pelos danos sofridos no automóvel e ainda tem direito o proprietário do veículo de pedir em juízo os lucros que deixou de ganhar pela falta que o bem móvel fez em seu meio de trabalho.

A responsabilização civil dos empreiteiros ou construtores se estende à garantia e solidez do trabalho executado pelo prazo de tempo de 5 (cinco) anos ininterruptos, conforme define o artigo 618 do Código Civil brasileiro:

Art. 618 – Nos contratos de empreitada de edifícios ou outras construções consideráveis, o empreiteiro de materiais e execução responderá, durante o prazo irredutível de 5 (cinco) anos, pela solidez e segurança do trabalho, assim em razão dos materiais, como do solo.

Parágrafo único – Decairá o direito assegurado neste artigo o dono da obra que não propuser a ação contra o empreiteiro, nos 180 (cento e oitenta) dias seguintes ao aparecimento do vício ou defeito.

Neste caso, havendo algum vício redibitório, ou seja, vício oculto que somente manifesta-se a partir de sua constatação, e estando dentro do prazo de 5 anos de responsabilização civil para reparação da edificação, caberá ao dono ou proprietário propor em até 180 dias ação de reparação contra o empreiteiro ou construtor da obra, assegurando a solidez da obra.

Porém, vale salientar que para este prazo deve-se ter muita cautela, pois sistemas estruturais de edificações ou até de marquises podem apresentar um estágio avançado de patologia, devendo-se imediatamente obter uma inspeção preliminar de um técnico e em segundo lugar um diagnóstico técnico e minucioso sobre o nível de comprometimento da estrutura, para assegurar principalmente que vidas humanas estejam livres de qualquer perigo.

Exaurindo-se o prazo de 5 anos e ocorrendo danos à bens ou à integridade física de pessoas pela falta de reparos em marquises, o dono do edifício é o responsável pela reparação dos danos causados, conforme menciona os artigos 937 e 938 do Código Civil de 2002.

Art. 937 – O dono do 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 proveniente das coisas que dele caírem ou forem lançadas em lugar indevido.

Portanto, verifica-se que não há dúvidas quanto à responsabilidade civil, tanto do proprietário, quanto do construtor ou empreiteiro da obra.

Num condomínio, diante de um sinistro (ocorrência efetiva do risco), o patrimônio dos proprietários responde solidariamente por danos e prejuízos. Criminalmente, o síndico, na qualidade de representante legal do condomínio é o primeiro responsável.

Um dos objetivos desta pesquisa é demonstrar também o que o Código de Posturas da cidade de Curitiba-PR relata sobre marquise. A Lei Municipal nº 699 de 1.953 versa em seu artigo 222 algumas regras para construção de marquises:

Art. 222 - Será permitida a construção de marquises na testada dos edifícios construídos no alinhamento dos logradouros e nos que ficarem dele recuados, em consequência de afastamento obrigatório, desde que obedçam as seguintes condições:

a) - não excederem à largura dos passeios menos cinquenta centímetros (0,50cm) e ficarem, em qualquer caso, sujeitas ao balanço máximo de três (3) metros;

- b)** - não apresentarem quaisquer de seus elementos, inclusive bambinelas fixas, abaixo da cota de três metros (3,00m), referida ao nível dos passeios, salvo nos casos dos consolos, os quais, junto à parede, poderão ter esta cota reduzida a dois metros e cinquenta centímetros (2,50m);
- c)** - não terem bambinelas fixas, inclusive lambrequins, se os houver, dimensão maior de trinta centímetros (0,30cm), no sentido vertical;
- d)** - não prejudicarem a arborização e a iluminação públicas e não ocultarem placas de nomenclatura de ruas e outras de indicações oficiais dos logradouros;
- e)** - serem constituídas de material incombustível e resistente à ação do tempo;
- f)** - terem, na face superior, caimento em direção à fachada do edifício, junto a qual será convenientemente disposta a calha provida de condutor para coletar e encaminhar as águas, sob o passeio, à sarjeta do logradouro;
- g)** - serem providas de cobertura protetora quando revestidas de vidro estilhaçável ou de outro material quebrável;
- h)** - serem construídas até a linha de divisa das respectivas fachadas, de modo que se evite descontinuidade entre as marquises contíguas, ressalvados casos especiais, e outros casos previstos por esta Lei.

O artigo 223 do Código de Postura de Curitiba trata da proibição de colocar marquises parciais devido à afetação do projeto arquitetônico das linhas ou simetria da edificação:

Art. 223 - Em edifício ou edifícios que, pelo conjunto de suas linhas, constituírem blocos arquitetônicos, cujo equilíbrio ou simetria não deva ser prejudicada, não será permitida a colocação de marquises parciais.

Existe a obrigatoriedade do uso de marquises quando for construído ou reconstruído edifícios comerciais nos alinhamentos dos logradouros públicos na zona comercial, porém havendo a instalação de marquise metálica esta deverá ser revestida na parte inferior por material inalterável, conforme subscreve:

Art. 224 - Fica obrigatória a construção de marquise nos prédios comerciais a serem construídos ou reconstruídos nos alinhamentos definitivos dos logradouros da Zona Comercial, bem como nos edifícios comerciais já existentes nessa Zona, quando tiverem de ser executadas nesses edifícios obras que importam na modificação da fachada.

Parágrafo Único - As marquises metálicas, construídas nos logradouros compreendidos na Zona Comercial serão obrigatoriamente revestidas, pela parte inferior, com material inalterável.

O artigo 230 afirma a obrigatoriedade de projeto arquitetônico de marquise:

Art. 230 - Com o pedido de licença para colocação de marquise, além da declaração do prazo necessário para a execução da obra, deverá ser apresentado projeto detalhado, em duas vias, sendo a primeira em tela desenhada a nanquim e ambas com a assinatura do proprietário, do autor do projeto e do responsável pela execução da obra.

A Lei Municipal nº 11.095, de 21 de julho de 2.004, atualiza a Lei Municipal nº 699/53 (Código de Posturas de Curitiba) e dispõe sobre as normas que regulam a aprovação de projetos, o licenciamento de obras e atividades, a execução, manutenção e conservação de

obras do município, vindo a tratar sobre os parâmetros para a construção de marquise para os edifícios:

Art. 167. Será permitida a construção de marquise na testada dos edifícios, desde que obedeça as seguintes condições:

I - seja obtido licenciamento conforme disposto no art. 9º da presente lei;

II - para construções no alinhamento predial, não exceder a largura dos passeios menos 50 cm (cinquenta centímetros), e ficar em qualquer caso, sujeita ao balanço máximo de 2,00m (dois metros);

III - para construções onde o zoneamento exige recuo do alinhamento predial, a marquise não exceder a 1,20m (um metro e vinte centímetros) sobre a faixa de recuo;

IV - não apresentar em qualquer dos seus elementos, inclusive bambinelas, altura inferior da cota de 3,00m (três metros), referida ao nível dos passeios, salvo nos casos dos consolos, os quais, junto à parede, poderá ter altura reduzida a 2,50m (dois metros e cinquenta centímetros);

V - não prejudicar a arborização e a iluminação pública e não ocultarem placas de nomenclatura de ruas e outras indicações oficiais dos logradouros;

VI - ter, na face superior, caimento em direção à fachada do edifício, junto a qual será convenientemente disposta a calha, provida de condutor para coletar e encaminhar as águas, sob o passeio, à sarjeta do logradouro;

VII - vedado o emprego de material sujeito a estilhaçamento;

VIII - ser construída em material incombustível, de boa qualidade, com tratamento harmônico com a paisagem urbana e ser mantida em perfeito estado de conservação.

Observa-se que tal norma definiu também dimensões mínimas e máximas para a construção de marquises, pois não poderá ser inferior em 50 centímetros da largura do passeio e diminui a largura do balanço de 3,00 para 2,00 metros. Ocorre que, em balanços consideravelmente largos, muitas vezes a falta de conhecimento, qualificação e a inspeção de um técnico ocasiona na execução sem considerar padrões definidos em normas, principalmente no que tange ao projeto estrutural da marquise e todo o seu memorial de cálculo.

Outro ponto que o normativo manteve é o caimento das águas pluviais da marquise, ou seja, devendo ser em direção à fachada da edificação provida de calhas e condutores de água para dar destino correto às águas pluviais. O que se constata atualmente a inobservância desta especificação ou a falta de adequação de projetos antigos, ocasionando no escoamento das águas pluviais por meio de buzinetes diretamente no calçamento, sobre os pedestres.

O artigo 171 da Lei Municipal 11.095/04 versa sobre uma questão que influencia em muito na estrutura de marquise:

Art. 171. É vedada a colocação de quaisquer elementos móveis nas fachadas, marquises ou aberturas das edificações, no alinhamento predial ou a partir do mesmo, tais como: vasos, arranjos, esculturas e congêneres.

Além do peso próprio do elemento estrutural, a marquise está sujeita aos esforços do vento, que pode fazê-la girar sobre o seu ponto de apoio. Porém, há outro fator preponderante que pode levar uma marquise a ter fissuras, trincas e conforme o caso ao desabamento: a sobrecarga devido a elementos colocados sobre a estrutura. A colocação de vasos pesados, esculturas, outdoors e muitas vezes sistemas de refrigeração de ambientes, influencia diretamente numa sobrecarga adicional e sobre o qual deveria ser analisado primeiramente o projeto estrutural para ver se a estrutura foi calculada para suportar tal carregamento concentrado, caso contrário deve ser feito um reforço estrutural da marquise.

Toda a análise legal sobre a responsabilização civil e no que se refere ao código de posturas do município de Curitiba-PR é importante para constatar a inobservância de normas legais para a construção de qualquer edificação e principalmente o que deve ou não ser feito para garantir a segurança da vida humana.

5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Como já citado anteriormente, segundo Rizzo (2007) o aprimoramento do Cimento Portland e o uso concreto armado para a construção de grandes edifícios, tornou-se possível a verticalização das cidades, com edificações de no máximo 4 pavimentos. É neste momento que surge a preocupação com o risco de queda de objetos de grandes alturas sobre os pedestres, editando-se o Decreto 6000/37, da cidade do Rio de Janeiro, tornando obrigatória a construção de marquises em prédios, visando a proteção das pessoas.

As marquises são estruturas de concreto armado em balanço formadas por lajes ou vigas e lajes, podendo receber cargas de pessoas, anúncios comerciais (*outdoors*), camadas de impermeabilização, ou até aparelhos condicionadores de ar (ROCHA, 1987).

As marquises para Rocha (1987) são classificadas conforme a existência e posição das vigas, como a seguir segue:

a. Marquise com laje simples em balanço:

São indicadas para balanços de até no máximo 1,80m, possuindo geralmente o engaste com a laje interna. Esse tipo de estrutura possui esquema estático com uma das extremidades engastada e livre na outra, a armadura principal é a negativa e transversal, dispensando-se a colocação de armadura positiva.

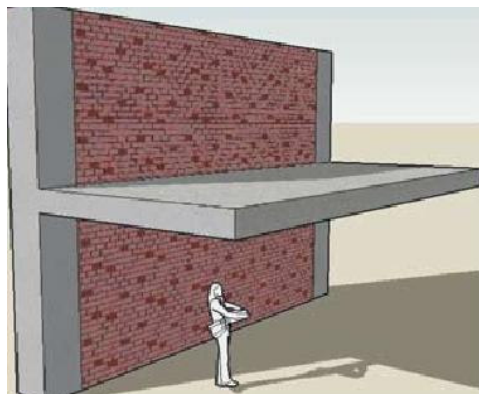


Figura 5: Marquise com laje engastada em balanço.
Fonte: Medeiros e Grochoski (2007).

O problema principal é o ponto de interrupção da armadura negativa da laje na qual a marquise está engasta. Sendo a laje armada na direção do balanço, pode-se calcular os esforços solicitantes como uma viga biapoiada com faixa de um metro, determinando o momento nulo e o comprimento da armadura negativa da laje em balanço (CARMO, 2009).

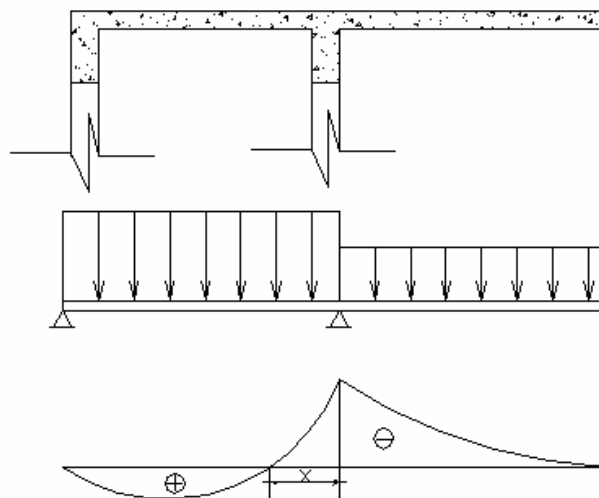


Figura 6: Diagrama de esforços cortantes e momentos fletores.
Fonte: Carmo (2009).

Quando a laje interna possui armadura nas duas direções, a marquise deve ser calculada como uma viga em balanço e assim dimensionada. Já a laje interna ao ser calculada deve levar-se em consideração a distribuição de carga uniformemente distribuída, conforme a disposição cruzada da armadura, e em sua borda de ligação com a marquise deve-se combinar o momento fletor solicitante da estrutura em questão (ROCHA, 1987).

O balanço da marquise pode ainda não ser continua com a laje interna, devendo neste caso engastar a estrutura na viga que apóia a laje interna e suportará os esforços da estrutura externa da marquise. O momento fletor solicitante da laje da marquise será o de torção para viga.

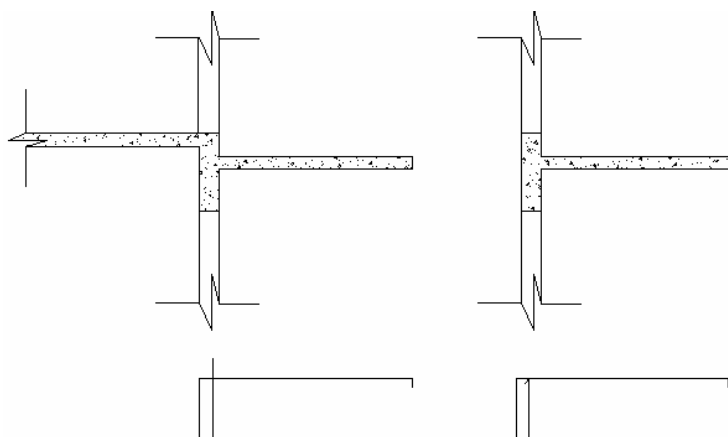


Figura 7: Disposição da armadura negativa em laje descontínua.

Fonte: Carmo (2009).

Segundo Rocha (1987) para balanços maiores de 1,80m deve-se diminuir o peso próprio da estrutura, variando, assim, a espessura da laje em direção à extremidade do balanço, adotando-se para efeitos de cálculo uma espessura média.

b. Marquises formadas por lajes e vigas:

Com referência ao caso de estruturas de marquises possuírem balanços maiores de 1,80m, faz-se necessário projetar, calcular e executar a laje apoiada em vigas em todo seu contorno, evitando que sua espessura seja superdimensionada. O processo construtivo é realizado de forma que a armadura seja disposta em uma direção, apoiando-se a laje nas vigas laterais e vigas de borda.

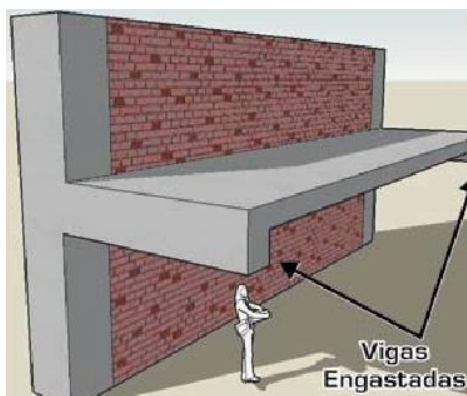


Figura 8: Marquise apoiada em vigas engastadas.
Fonte: Medeiros e Grochoski (2007).

Carmo (2009) descreve que, se a laje estiver engastada na laje interna, a viga de borda pode ser suprimida. Porém, se as vigas laterais não são contínuas com a laje interna, ou seja, a amarração com a viga principal das lajes interna e em balanço não possui mesma continuidade, as vigas laterais por sua vez devem estar engastadas nos pilares de sustentação.

5.1 SUSCETIBILIDADE DAS MARQUISES A PATOLOGIAS

As marquises apresentam pouca vinculação e configuram-se como estruturas isostáticas, ou seja, estruturas com baixo grau de hiperestaticidade. Portanto, a instabilidade de uma laje em balanço depende da perda de uma das vinculações que possui, levando a mesma ao colapso (BRAGUIM, 2006).

Dorigo (1996) afirma que, diferentemente dos demais materiais, o concreto tem comportamento diverso à tração e à compressão, resistindo bem à compressão do que à tração. Para compensar a deficiência de resistência à tração, utiliza-se o aço como elemento componente do concreto, o qual resiste bem aos esforços de tração. Desse modo, a marquise possui em sua parte superior uma região sujeita à tração, sendo obrigatória a utilização de armadura negativa em toda essa região solicitada.

A armadura superior é o principal elemento construtivo a sofrer incidência de patologias quando o sistema de impermeabilização é insuficiente, ou quando surgem fissuras ou trincas de qualquer natureza, ou, ainda, por inobservância de cuidados técnicos-normativos, por exemplo, falha de projeto, falha na execução ou cobrimento inadequado da armadura, deixando-a suscetível ao processo de corrosão. Uma vez iniciado este, o ferro perde sua camada passiva de proteção e transforma-se em óxido de ferro, o qual este é expansivo e faz

deslocar o concreto abrindo trincas e rachaduras largas e profundas na laje, acelerando o processo de corrosão da armadura através da entrada de agentes agressivos, como os sulfatos, gás carbônico e a própria água (DORIGO, 1996).

A combinação do concreto, que é um material que possui ruptura dúctil, com o aço resulta em uma estrutura dúctil e que suporta deformações consideráveis, principalmente na região das armaduras, mostrando um quadro de fissuras evidentes antes de atingir o colapso. Ou seja, as estruturas de concreto armado avisam quando irão cair.

A estrutura de marquise é uma exceção à regra, pois apesar de possuir em sua composição concreto armado, tende a sofrer ruptura brusca, do tipo frágil e sem aviso de colapso (PUJADAS, 1996).

Cabe ressaltar que um projeto bem elaborado, em conformidade com seus memoriais de cálculo e esforços solicitantes, o processo executivo dentro dos parâmetros construtivos e normativos, e não havendo ao longo da vida útil da marquise desvio de concepção para qual foi projetada, são critérios fundamentais para evitar que a laje em balanço venha a sofrer queda. As manutenções preventivas que devem ser feitas ao longo dos anos, tais como: limpeza, manutenção sistema de drenagem de águas pluviais, impermeabilização, etc., são medidas para garantir a eficácia e servicibilidade da marquise.

Os erros de projeto consideráveis no caso de estruturas de lajes em balanço são principalmente o detalhamento incorreto da armadura, a consideração de cargas menores para a estrutura e a inobservância da agressividade do meio ambiente segundo a norma NBR 6118 (ABNT, 2003). Por exemplo, poluição ambiental, salinidade de região litorânea, urina de animais, infiltram através das fissuras e aceleram a corrosão da armadura. (BRAGUIM, 2006).

No processo de execução o problema mais comum de deslocamento da armadura negativa da laje é o pisoteamento da tela de aço pelos operários durante a concretagem, fazendo com que se perca a função estrutural de resistência à tração.

Jordy e Mendes (2006) ressaltam a importância de um sistema de impermeabilização bem executado, pois mesmo sendo concretada a laje com a armadura em sua posição de projeto, observando o cobrimento quanto ao grau de agressividade do ambiente e o concreto dosado corretamente, a marquise ainda apresentará microfissuras. Portanto, o sistema de impermeabilização aliado ao sistema de drenagem, com manutenções preventivas, garantem a integridade e durabilidade da marquise.

O desvio de concepção de projeto de uma marquise quando são acrescentadas cargas não previstas, tais como: execução de várias camadas de impermeabilização, colocação de sistemas de ar condicionado, vasos, estátuas, painéis publicitários, etc., levam a ocorrência de esforços que podem sobrecarregar a estrutura e ocasionar a ruptura brusca da marquise (MEDEIROS E GROCHOSKI, 2007).

5.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE CONCRETO ARMADO

Com o desenvolvimento das edificações desde o início do século XX e o avanço dos processos construtivos, optou-se pela preferência da utilização do concreto armado como estrutura resistente e eterna para a época. Porém, se for preterido o programa de manutenção preventiva e dependendo da agressividade do meio que a estrutura está exposta, este material torna-se sensível devido às agressões que a armadura pode vir sofrer.

O conhecimento do comportamento da estrutura, a correta especificação dos materiais, a agressividade do meio ambiente e o acompanhamento técnico no momento da execução da estrutura, tornam-se possível projetar uma estrutura sem que sofra ao longo de sua vida útil os processos de deterioração (HELENE, 1992).

5.2.1 NBR 6118/2003 – Projeto de Estruturas de Concreto

A NBR 6118 (ABNT, 2003) determina parâmetros para projetos estruturais de concreto armado e traz especificações com relação à espessura do cobrimento da armadura, controle de fissuração para durabilidade do concreto e as classes de agressividade do meio ambiente.

5.2.1.1 Deterioração do concreto

Primeiramente cabe elencar que, a NBR 6118 demonstra o ataque do concreto por meio de sulfatos, lixiviação, reação álcali-agregado e as reações deletérias superficiais (ABNT, 2003).

Segundo Santos e Sagave (2003) o ataque do concreto por sulfatos resulta na reação deletéria da pasta de cimento hidratado pela ação da água e solo contendo tal molécula química, causando expansão e fissuração do concreto, perda da coesão da pasta de concreto e redução do pH aquoso presente nos poros do concreto.

A lixiviação, conforme a NBR 6118 (ABNT, 2003), é a dissolução e o carreamento dos compostos hidratados da pasta de cimento por ação das águas puras, ácidas ou carbônicas. Este processo pode vir ocorrer quando há mau adensamento do concreto, juntas de dilatação mal executadas ou presença de fissuras, que permitem a percolação da água no interior da estrutura. Quando ocorre a lixiviação, a superfície apresenta-se arenosa ou com agregados expostos, eflorescências de carbonato e redução do pH aquoso do concreto (SANTOS E SAGAVE, 2003).

A reação álcali-agregado ocorre quando os compostos dos cimentos reagem com compostos ativos dos agregados presentes no concreto, por exemplo, Na_2O e K_2O . Desta reação resulta na presença de um gel que se forma nos poros do agregado, afetando a aderência entre pasta/agregado, causando a expansão da massa de concreto e fissuras superficiais e profundas (NEVILLE, 1979).

Por fim, as reações deletérias superficiais decorrem de compostos ferruginosos presentes na composição mineralógica dos agregados, causando manchas e saliências no concreto.

5.2.1.2 Deterioração da armadura

A NBR 6118 (ABNT, 2003) destaca como processos de deterioração da armadura a despassivação do aço por carbonatação e a despassivação por elevado teor de íons cloreto, que posteriormente causam a corrosão da armadura se não tratada em tempo.

A carbonatação é o processo em que ocorre a redução do pH do concreto pela entrada por difusão de moléculas de gás carbônico presentes na atmosfera e que reagem com os hidróxidos alcalinos presentes nos poros do concreto, causando a perda da camada passiva que protege o aço – despassivação da armadura. Uma vez despassivada a armadura, o aço sofrerá corrosão generalizada pela presença de umidade e oxigênio nos poros do concreto.

Por outro lado, Oliveira (2002) descreve que a despassivação da armadura por ação de cloretos ocorre quando estes íons penetram no concreto por difusão, impregnação ou absorção capilar e que superam o limite de concentração presente nos poros. Ainda, os íons cloreto podem estar presentes no concreto desde sua constituição na água de amassamento, ou por agregados contaminados ou oriundos de aditivos. Neste caso a deterioração da armadura ocorrerá de forma localizada.

A deterioração da estrutura pode ocorrer também por fatores relacionados às ações mecânicas, movimentações térmicas, retração, fluência e impactos, dos quais a NBR 6118/03 correlaciona-os como deterioração da estrutura propriamente dita (CARMO, 2009).

Quando as barras de aço estão imersas no concreto e por mau adensamento do mesmo, pode-se formar vazios, poros e veios capilares, dos quais a água presente no amassamento não é absorvida pelos compostos do concreto para endurecimento e cura deste. Dessa forma, o pH aquoso no interior dos poros do concreto é alcalino, meio suficiente para reação e degradação da película passiva do aço (ANDRADE, 1992).

Medeiros e Grochoski (2007) classificam a corrosão das armaduras em duas formas: a primeira é a corrosão por tensão de fraturamento, uma vez presente a condição de meio aquoso no interior do concreto e o aço estando submetido a grandes esforços de tração, a estrutura pode sofrer ruptura frágil e brusca. A segunda é a corrosão por pites, podendo ser localizada quando há presença de umidade e oxigênio em determinados pontos do concreto armado; e a generalizada ocorre quando há redução do pH para valores inferiores a nove, que devido a entrada de agentes poluidores no concreto reagem com o cimento hidratado formando a carbonatação.



Figura 9: Armadura corroída e com perda de seção de aço.

Fonte: Medeiros e Grochoski (2007).

Portanto, a despassivação da armadura é uma troca do aço por ferrugem, do qual age de fora para dentro e faz com que haja perda da área seccional e diminui a resistência da armadura. Sendo fragilizada a estrutura do aço pela oxidação, pode ocorrer a perda da aderência entre armadura e concreto, desagregação do concreto que envolve a armadura e o processo de fissuração pela expansão resultante da desagregação do concreto.

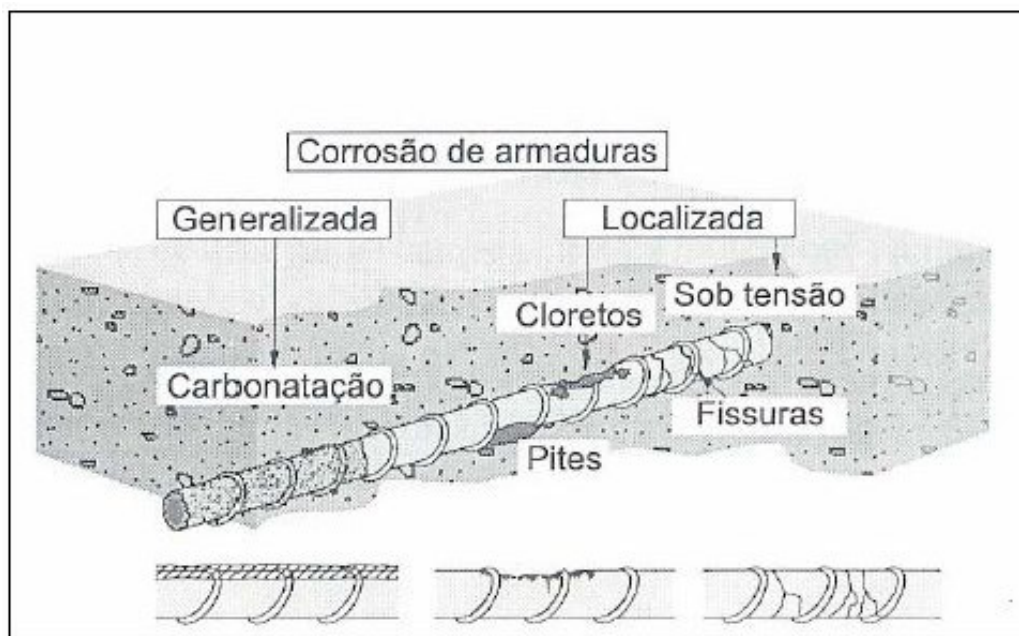


Figura 10: Tipos de corrosão da armadura: generalizada, pite e fissuras
Fonte: Andrade (1992).

5.2.1.3 Agentes causadores de corrosão

a) Ácidos – o pH do concreto é alcalino e situa-se na faixa entre 12 a 13. Valores inferiores ao mínimo pode ser prejudicial à estrutura da armadura. Nas cidades e grandes centros urbanos, a influência da chuva ácida é um dos principais agentes deterioradores das estruturas de concreto armado.

Os elementos presentes na chuva ácida são provenientes da poluição e queima de derivados do petróleo, cujos principais compostos são o dióxido de enxofre e o dióxido de nitrogênio. Em reação com a água, o dióxido de enxofre suspenso no ar pode formar o ácido sulfúrico e o dióxido de nitrogênio resulta no ácido nítrico, chegando a chuva ácida a ter valores de pH entre 4,0 a 4,5 que são extremamente agressivos ao meio alcalino do concreto.

b) excremento de pássaros – este agente contém em sua composição soluções ácidas, que ao pousarem sobre uma estrutura como a marquise podem depositar o excremento e existindo a abertura de fissuras pode percolar pelo concreto até atingir a armadura, e nesta reagir causando a oxidação (GONÇALVES, 2006).

c) águas puras – a presença deste elemento pode entrar em contato com a pasta de cimento e dissolver os componentes que contem o cálcio. O resultado é a formação do carbonato de cálcio, que carrega os compostos hidratados do concreto e causa a corrosão da armadura por carbonatação, segundo a NBR 6118 (ABNT, 2003).

5.2.2 Agressividade Ambiental Segundo a NBR 6118

No que tange à agressividade ambiental, a NBR 6118/03 classifica conforme as ações físicas e químicas que a estrutura de concreto fica suscetível, independentemente de variações térmicas da peça estrutural, retração e ações mecânicas.

A tabela 1 a seguir demonstra a classe de agressividade em função da exposição e risco da estrutura de concreto armado relacionada ao meio.

Tabela 1: Classe da agressividade ambiental segundo a NBR 6118

Classe da agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{1) 2)}	Pequeno
III	Forte	Marinha ¹⁾	Grande
		Industrial ^{1) 2)}	
IV	Muito Forte	Industrial ^{1) 3)}	Elevado
		Respingos de maré	

¹⁾ Pode-se admitir um micro-clima com classe de agressividade um nível mais brando para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientais com concreto revestido com argamassa e pintura).

²⁾ Pode-se admitir uma classe de agressividade um nível mais branda em: obras em regiões de clima seco, com umidade relativa do ar menor ou igual a 65%, partes da estrutura protegidas de chuvas em ambientes predominantemente secos ou regiões onde chove raramente.

³⁾ Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Fonte: NBR 6118/2003 (ABNT, 2003).

A definição da agressividade ambiental para uma estrutura de concreto armado segundo a NBR 6118 é de fundamental importância para o cálculo estrutural da resistência característica à compressão do concreto, como também nos parâmetros mínimos de cobrimento da armadura (SANTOS E SAGAVE, 2003), conforme demonstra a tabela 2 a seguir.

Tabela 2: Cobrimento nominal da armadura conforme classe de agressividade

Tipo de estrutura	Componente Ou elemento	Classes de agressividade			
		I	II	III	IV ³⁾
Concreto armado	Laje ²⁾	20	25	35	45
	Viga/Pilar	25	30	40	50
Concreto protendido ¹⁾	Todos	30	35	45	55

¹⁾ Cobrimento nominal da armadura passiva que envolve a bainha ou os fios, cabos e cordoalhas, sempre superior ao especificado para o elemento de concreto armado, devido aos riscos de corrosão fragilizante sobre tensão.

²⁾ Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento tais como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros tantos, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelo item 7.4.7.5 da norma respeitando um cobrimento nominal $\geq 15\text{mm}$.

³⁾ Nas faces inferiores das lajes e vigas de reservatórios, estações de tratamento de água esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras em ambientes química e intensamente agressivos, a armadura deve ter o cobrimento nominal $\geq 45\text{mm}$.

Fonte: NBR 6118/2003 (ABNT, 2003).

Portanto, em função da classe de agressividade ambiental pode-se estabelecer o cobrimento nominal mínimo das armaduras, atribuindo-se ainda mais um coeficiente de variação de cobrimento para majorar o valor tabelado maior ou igual a 10 mm.

Ainda a NBR 6118 salienta que a dimensão máxima para o agregado graúdo não deve superar 20% do valor da espessura nominal do cobrimento da armadura, bem como que o cobrimento deve ser maior ou igual ao diâmetro da armadura utilizada.

5.2.3 Influencia da Agressividade Ambiental na Durabilidade do Concreto

A resistência característica do concreto – Fck – e o fator água cimento são estimados seguindo os critérios determinados pela NBR 6118/03, considerando a agressividade ambiental. A tabela 3 abaixo demonstra os valores máximos admissíveis para o Fck e mínimos para a relação de água/cimento.

Tabela 3: Determinação fator água cimento e classe de concreto

Concreto	Tipo	Classe de Agressividade (Tabela 2.2)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento	CA	$\leq 0,65$	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,45$
	CP	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,50$	$\leq 0,45$
Classe de Concreto	CA	$\geq C20$	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C40$
	CP	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C35$	$\geq C40$

NOTAS:

1. O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na NBR 12655.
2. CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.
3. CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

Fonte: NBR 6118/03 (ABNT, 2003).

Para Santos e Sagave (2003) a durabilidade e eficácia da estrutura de concreto armado é assegurada seguindo critérios mínimos e máximos para adquirir uma boa resistência à compressão, bem como seguir os parâmetros mínimos de cobrimento para a armadura, que somente são observados no momento da execução.

Tendo a estrutura de concreto armado adotado em projeto as condições mínimas e máximas da NBR 6118/03, e sendo executada com um rigoroso critério pré-estabelecido, como por exemplo, observância ao cobrimento, utilização de espaçadores, adensamento do concreto, escoramento adequado e cura, são fatores que garantirão a durabilidade da estrutura ao longo de sua vida útil.

No pós-execução cabe ressaltar a providência de manutenção preditiva e preventiva, dos quais garantem o acompanhamento do comportamento estrutural e da previsão de possíveis reparos em sua origem, reforçando a eficácia, a durabilidade e a servicibilidade para qual o elemento estrutural foi projetado.

5.2.4 Fissuras

As fissuras no concreto podem ter diversas origens em diferentes processos, precisando determinar precisamente quais são as causas e efeitos para sua classificação, bem como a extensão e a profundidade de tais aberturas (SOUZA E RIPPER, 1998).

5.2.4.1 Fissuras cuja origem está no assentamento concreto

Esse tipo de formação de fissuras ocorre quando for executar a concretagem de uma estrutura como uma marquise, por exemplo, e o concreto não consegue preencher todos os pontos da peça estrutural, devido à presença formas, ou das barras da armadura (GOMES et. al., 2003). Assim sendo, formará espaços vazios próximos às barras de ferro, fazendo com que haja uma perda de aderência entre a armadura e o concreto, fazendo-se necessário neste caso o correto adensamento.

5.2.4.2 Fissuras devido ao movimento de formas e escoramentos

Neste caso ocorre o deslocamento das formas das peças estruturais ou dos escoramentos concomitantemente com o momento da concretagem, causando a deformação da estrutura o que gera alteração da seção transversal, fazendo com que haja perda da resistência e desenvolva o quadro de fissuração.

Pode-se ocorrer fissuras quando há um mau posicionamento das formas pelo escoramento executado inadequadamente, ou ainda pela absorção da água no concreto, criando juntas de concretagem naturais do próprio concreto.

5.2.4.3 Fissuras devido a retração do concreto

Para Souza e Ripper (1998) a retração do concreto é um movimento natural que se contraria pela existência de restrições opostas por obstáculos internos e externos, ou seja, é hidratação natural dos compostos do concreto. Leva-se em consideração a relação de água e cimento para uma adequada cura do concreto.

5.2.4.4 Fissuras ocasionadas pela variação de temperatura

O quadro patológico em questão é gerado por movimentos nos elementos estruturais devido a variação térmica durante o dia, ou seja, situações em que a temperatura oscila entre frio e quente, considerando ainda a influência de intempéries como, por exemplo, o sol e a chuva. A execução de juntas de dilatação e a pintura com cores mais claras podem amenizar a formação de fissuras em estruturas de concreto armado.

5.2.5 Desagregação do Concreto

É a separação física do concreto com a perda de aderência entre o agregado e a pasta de cimento ligante, perdendo a resistência aos esforços solicitantes na estrutura (GOMES et. al., 2003).

5.2.6 Perda de Aderência

Segundo Gomes et. al. (2003), este processo que ocorre no concreto pode trazer conseqüências danosas à própria estrutura, levando ao colapso se não tratada e mantida corretamente. Geralmente ocorre quando há concretagem entre massas de idades diferentes ou na interface do concreto com a armadura, conforme dito anteriormente.

A concretagem de uma mesma peça em datas diferentes com certo lapso de tempo, e a superfície de concreto não tiver sido preparada e limpa corretamente, podem surgir fissuras que levaram à perda de aderência, evoluindo para uma corrosão da armadura.

5.2.7 Desgaste do Concreto

Os elementos de concreto podem sofrer degradação pela ação abrasiva de agentes como o ar e água. Havendo partículas presentes na água ou no ar faz com que ocorra erosão no concreto, levando-se em consideração a morfologia, o tamanho e a dureza das partículas, bem como da vazão e o turbilhamento do ar e da água na superfície da estrutura.

5.3 PATOLOGIAS EM MARQUISES

Quando falamos em patologia, esta é o ramo da Engenharia que estuda as origens, causas, os sintomas e as possíveis conseqüências de falhas e defeitos das estruturas quaisquer que sejam, madeira, concreto ou aço.

A qualidade da construção influencia diretamente na durabilidade da estrutura, pois havendo falta de manutenção preventiva e até muitas vezes corretiva agrava o quadro geral de uma estrutura, principalmente quando esta é uma marquise.

Carmo (2009) ressalta que um problema patológico de uma estrutura possui origem em falhas decorrentes da realização de uma ou mais atividades correlacionadas ao processo

construtivo: concepção, execução e utilização da edificação. Ressalvam-se os casos de catástrofes naturais, em que as intempéries podem causar degradação parcial ou total de um sistema predial ou de uma estrutura.

Em uma estrutura de concreto armado pode ter como causa de patologia fatores próprios da estrutura e fatores externos à estrutura. Diante disso Sousa e Ripper (1998) divide as causas de patologias em: intrínsecas e extrínsecas. A tabela 4 abaixo mostra os principais fatores intrínsecos de patologias e que levam a deterioração da estrutura de concreto.

Tabela 4: Causas intrínsecas ao processo de deterioração de estruturas de concreto armado

Falhas Humanas Durante a Construção	Deficiências de concretagem	Transporte
		Lançamento
		Juntas de concretagem
		Adensamento
		Cura
	Inadequação de Escoramentos e Fôrmas	
	Deficiências nas Armaduras	Má interpretação dos projetos
		Insuficiência de armaduras
		Mau posicionamento das armaduras
		Cobrimento de concreto insuficiente
		Dobramento inadequado das barras
		Deficiências nas ancoragens
		Deficiências nas emendas
	Utilização Incorreta dos Materiais de Construção	Má utilização de anticorrosivos
		Fck inferior ao especificado
		Armadura diferente da especificado
		Solo com características diferentes
		Utilização de agregados reativos
		Utilização inadequada de aditivos
Inexistência de Controle de Qualidade	Dosagem inadequada do concreto	
Falhas Humanas durante a Utilização (ausência de manutenção)		
Causas Naturais	Causas Próprias à Estrutura Porosa do Concreto	
	Causas Químicas	Reações internas do concreto
		Expansibilidade de certos constituintes do cimento.
		Presença de cloretos
		Presença de ácidos e sais
		Presença de anidro carbônico
		Presença de água
		Elevação da temperatura interna do concreto
	Causas Físicas	Variação da temperatura
		Insolação
		Vento
		Água
	Causas Biológicas	

Fonte: Souza e Ripper (2008).

Abaixo a tabela 5 mostra as causas extrínsecas que influenciam no surgimento de patologias da estrutura, ou seja, atacam a mesma de fora para dentro do corpo estrutural.

Tabela 5: Causas extrínsecas no processo de deterioração das estruturas de concreto armado

CAUSAS EXTRÍNSECAS	Falhas Humanas Durante o Projeto	Modelização Inadequada da Estrutura
		Má Avaliação das Cargas
		Detalhamento Errado ou Insuficiente
		Inadequação do Ambiente
		Incorreção na Interação Solo-Estrutura
		Incorreção na Consideração de Juntas de Dilatação
	Falhas Humanas Durante a Utilização	Alterações Estruturais
		Sobrecargas Exageradas
		Alteração das Condições do Terreno de Fundação
	Ações Mecânicas	Choques de Veículos
		Recalque de Fundações
		Acidentes
	Ações Físicas	Variação de Temperatura
		Insolação
		Atuação da Água
Ações Químicas		
Ações Biológicas		

Fonte: Souza e Ripper (2008).

5.3.1 Origem de Patologias Conforme Etapas do Processo Construtivo

5.3.1.1 Patologias provenientes da concepção estrutural – projeto

Segundo Carmo (2009) problemas patológicos podem aparecer devido a falhas durante a concepção da estrutura, tanto no estudo preliminar, na execução de anteprojeto, até na fase de efetivação do projeto definitivo. Para tanto, as falhas provenientes desde a elaboração de estudo prévio até a liberação para utilização da edificação, podem acarretar transtornos e onerosidade na correção e manutenção da estrutura.

Em marquises as falhas nesta fase podem originar o processo gradativo de fissuração (NETO, 2007). A falta de estudo preliminar e avaliação do local, como também a inobservância da agressividade do meio aliada com a falta de cuidado no processo

construtivo, ausência de especificações técnicas norteadores no momento da execução, são as principais causas de origem de fissuras em marquises (GOMES et. al., 2003).

Os valores médios de abertura de fissuras pela Norma ABNT 6118/03 giram em torno de 0,20 mm a 0,40 mm, dependendo da agressividade do ambiente. Pois as marquises devem ter tratamento diferenciado, sendo referenciado na NBR 6118 como uma estrutura de concreto armado qualquer (CARMO, 2009).

Segundo Medeiros e Grochoski (2007) as marquises deveriam ser projetadas para não apresentar qualquer tipo de fissuração. Poder-se-ia admitir faixa de abertura de até 0,05mm, pois assim a durabilidade da laje em balanço estaria garantida e o ataque por corrosão minimizado.

Se ao final da vida útil da estrutura houvesse ataque na armadura por corrosão, a marquise apresentaria sinais evidentes de degradação, como manchas, fissuras e descolamento do concreto antes de entrar em colapso estrutural. Outro ponto relevante é quanto aos valores mínimos de cobrimento da armadura e a agressividade do meio ambiente, que influenciam na confecção da peça estrutural da marquise, pois são estes critérios fundamentais para não gerar fissuras, deslocamentos do concreto, corrosão da armadura e a perda da resistência (MEDEIROS E GROCHOSKI, 2007).

No momento do memorial de cálculo de cargas, devem ser considerados os fechamentos em alvenaria, vidros e grades, bem como outras cargas de serviço, afirma Nakaguma (2006).

5.3.1.2 Patologias provenientes da execução estrutural

Concluídos os estudos e a concepção de projeto, prepara-se para a próxima etapa do processo construtivo, a execução. Iniciada a construção, as falhas nesta fase podem ter como fatores preponderantes a ausência de mão de obra qualificada, falta de controle de qualidade, utilização de materiais e insumos de baixa qualidade, ausência de responsabilidade técnica e até a sabotagem (CARMO, 2009).

Os erros e falhas construtivos estão relacionados na maioria das vezes pela deficiência da fiscalização e do gerenciamento da equipe de trabalho, correlacionados com a baixa capacitação dos profissionais envolvidos com a obra, como por exemplo: pedreiros, mestre de obras e até mesmo o engenheiro. Carmo (2009), afirma que na implantação da obra, a incorreta locação dos escoramentos, falta de cuidado na execução das fôrmas, mau posicionamento ou deslocamento das armaduras e o concreto fora dos padrões exigidos em

cálculo e projeto são fatores que resultam em falhas e que podem originar patologias nas estruturas de concreto armado.

Outro fator que cabe ressaltar no surgimento de patologias na fase de execução, segundo Souza e Ripper (1998), é a qualidade dos materiais e insumos utilizados na construção civil. Pois a falta de interação entre os fabricantes com os construtores causa uma sensação de independência entre estes dois setores, sendo que se trata de uma relação de interdependência para que as indústrias supram as necessidades dos executores.

a) Posicionamento incorreto das armaduras:

O posicionamento correto da armadura negativa na estrutura da marquise é de fundamental importância para sua servibilidade, pois em havendo o rebaixamento dessa armadura devido a concretagem da peça estrutural sem espaçadores ou pelo pisoteio dos operários sobre a mesma, pode torná-la ineficaz para a resistência que se deseja ter (NETO, 2007). Pois sendo realizada a concretagem com a armadura na posição errada poderá comprometer estruturalmente a marquise (BRAGUIM, 2006).

b) Execução de escoramento incorreto:

O escoramento de marquises deve ser executado em toda sua parte inferior, porém quando for retirar os apoios devem ser feitos da borda livre da estrutura para o ponto de engaste, gerando automática e gradativamente a transferência de momentos fletores da ponta para o ponto de apoio da marquise. Ocorrendo o inverso desse procedimento, haverá inversão de momentos e a parte inferior da laje em balanço sofrerá com a presença de fissuras. Conforme Medeiros e Grochoski (2007), o reescoramento da marquise, se não for executada corretamente, gera um carregamento invertido e fará com que a parte superior da marquise apresente fissuras, ficando suscetível à infiltração de água e permite a entrada de agentes agressivos, que levam ao ataque da armadura por corrosão.

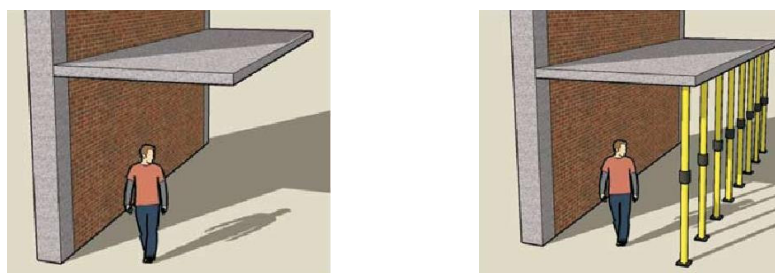


Figura 11: lado esquerdo – marquise em balanço; lado direito – marquise apoiada incorretamente na borda do balanço.

Fonte: Medeiros e Grochoski (2007).

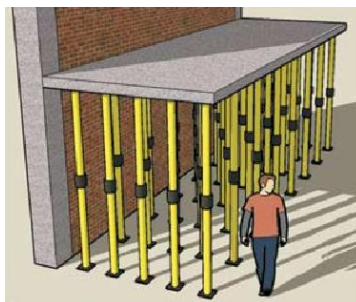


Figura 12: Escoramento de laje em balanço.
Fonte: Medeiros e Grochoski (2007).

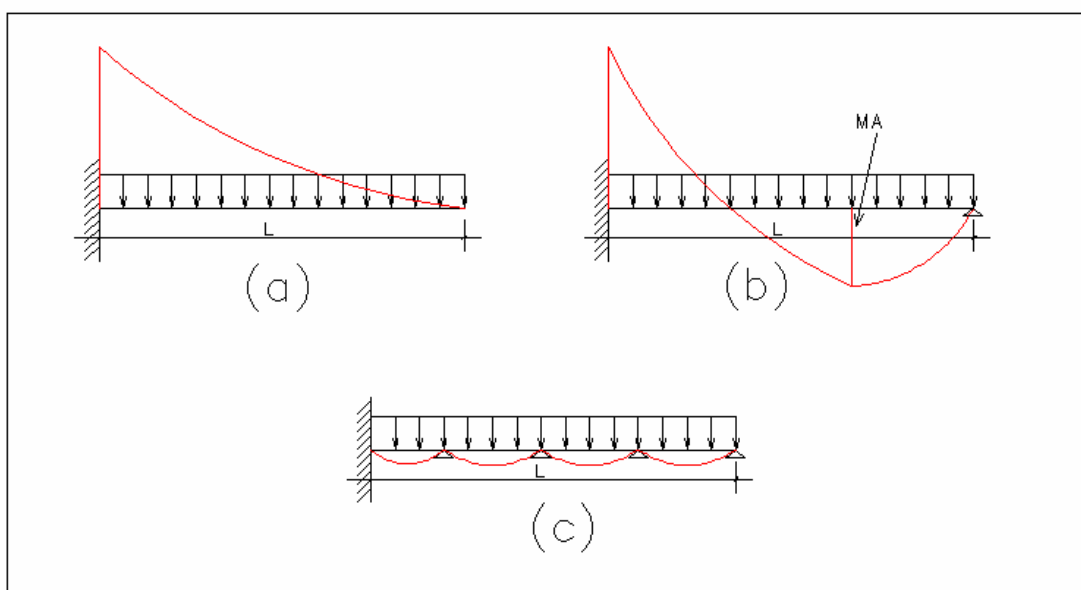


Figura 13: a) Marquise em balanço; b) Marquise com a borda apoiada; c) Marquise com apoios em toda sua parte inferior
Fonte: Medeiros e Grochoski (2007)

c) Patologia gerada por sobrecarregamento da estrutura:

A durabilidade da marquise está relacionada com as diretrizes estruturais para qual foi projetada. Pois, uma estrutura é executada de acordo com o projeto para receber determinado carregamento, mas quando se ultrapassa os limites das cargas de serviço, pode prejudicar estruturalmente a marquise e levá-la à ruína (BASTOS, 2006).

Os exemplos de sobrecarregamento são: sobreposição de camadas de impermeabilização, instalação de equipamentos de ar condicionado, transformá-la em sacada, muretas e grades em sua borda e o acúmulo de águas pluviais.

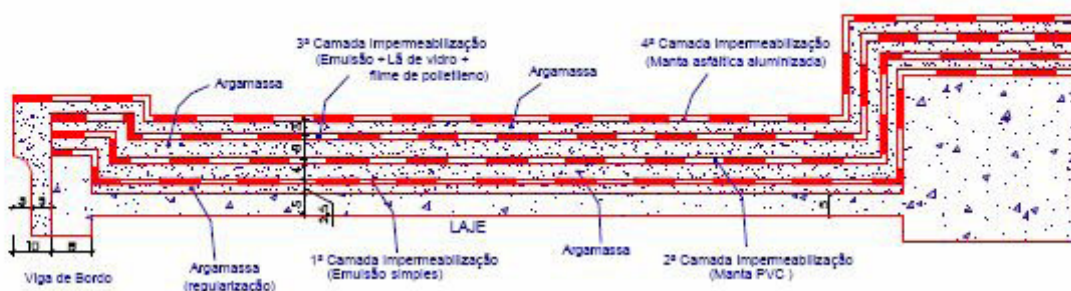


Figura 14: Estratificação das camadas de impermeabilização.

Fonte: Jordy e Mendes (2006).

A ilustração acima demonstra fielmente como é executado na prática a impermeabilização de uma marquise. Para a manutenção do sistema de impermeabilização, principalmente quando se é corretiva, deve-se remover as camadas anteriores juntamente com a argamassa de proteção mecânica (JORDY E MENDES, 2006).

Quando é colocado sobre a marquise algum tipo de placa publicitária, comumente chamada de *out doors*, ou se é executada posteriormente uma alvenaria de platibanda ou de sacada, a estabilidade dessa marquise fica comprometida não só pelo peso específico que possui sobre a estrutura, mas a influência da ação do vento (DORIGO, 1996).

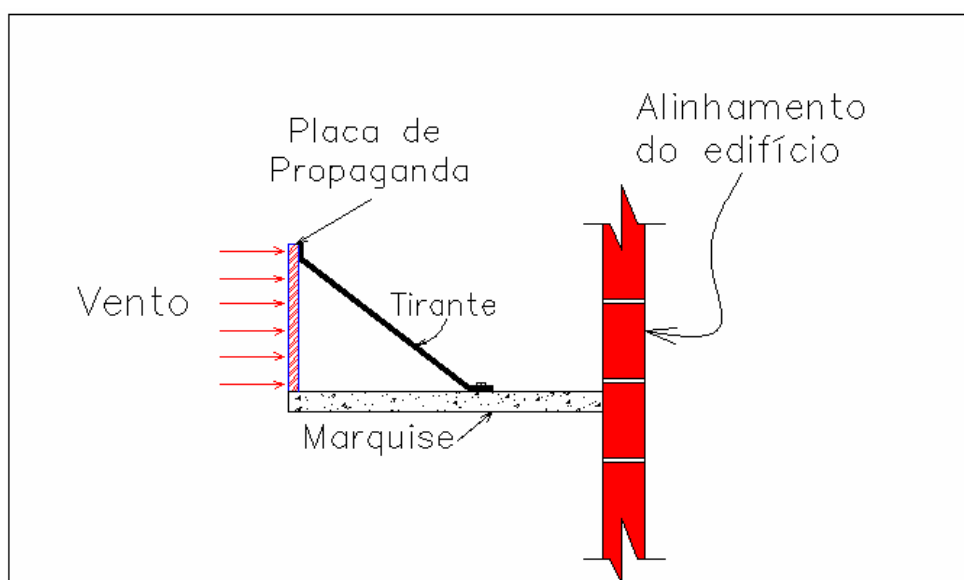


Figura 15: Influência de placa publicitária pela ação do vento sobre a marquise.

Fonte: Dorigo (1996).

Segundo Rizzo (2007) quanto ao sobrecarregamento por acesso de pessoas sobre a marquise, o que é menos comum acontecer, deve-se salientar que esse tipo de estrutura não é projetada para receber peso excessivo e nem absorver impactos, devido ao fato de pessoas

muitas vezes utilizarem marquises para observar algum evento cultural, como por exemplo época de carnaval em Recife e Salvador.

d) Patologia nas instalações da marquise:

Quando o sistema de escoamento de águas pluviais da marquise é subdimensionado ou falho e, ainda, se a marquise possuir viga de borda sobre a estrutura, pode-se gerar uma sobrecarga devido a criação de uma lâmina de água sobre a mesma. Portanto, a adoção de critérios de manutenção preventiva para este sistema deve ser fator preponderante para assegurar a eficácia e servicibilidade da marquise durante toda sua vida útil.

Para Nakaguma (2002), as instalações de águas pluviais possuem diâmetro incompatível com o volume de água, sendo prejudicial para a camada de impermeabilização e para a manutenção da edificação. Pois, pode ocorrer infiltração e percolação de água para outros sistemas prediais, como por exemplo, a alvenaria predial acima da marquise.

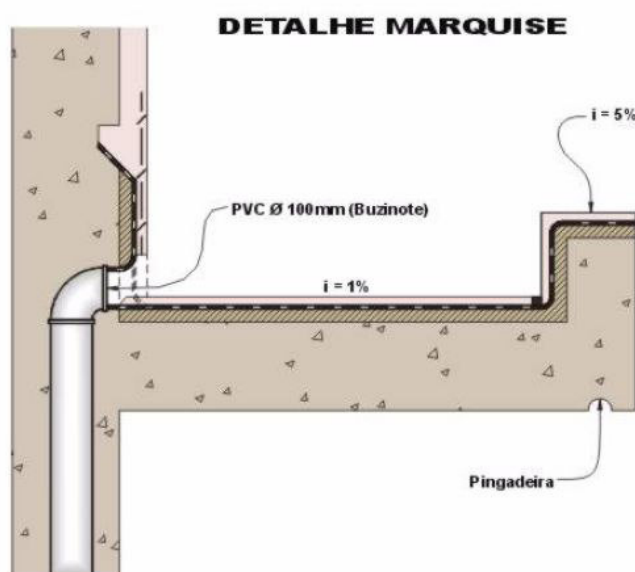


Figura 16: Sistema de drenagem da águas pluviais.
Fonte: Jordy e Mendes (2006).

e) Acúmulo de sujeiras sobre a marquise

Além de gerar um sobrecarregamento, para Neto (2007) as marquises dos edifícios geralmente possuem estruturas de placas publicitárias e luminosos, que devido ao tempo e a dificuldade de se ter acesso a parte superior dessas estruturas, vão acumulando sujeiras e umidades que facilitam a agressividade atmosférica, pela ação de agentes carbônicos,

presença de sulfatos e águas puras podem ocasionar e, em muitas vezes, agravar o quadro patológico da corrosão das armaduras.

Nesse viés, as falhas nos sistemas de impermeabilização, como a falta da camada de proteção mecânica pode tornar ineficiente a finalidade, podendo gerar furos, penetrar a água sob a camada de manta impermeabilizante e infiltrar água em fissuras existentes, gerando uma reação de oxidação que resulta na perda da camada passiva do aço (NETO, 2007). Já mencionado anteriormente, o excesso de camadas de impermeabilizações e de argamassa de proteção geram permanentemente uma sobrecarga adicional à estrutura da marquise.

f) Corrosão das armaduras:

Medeiros e Grochoski (2007) afirmam que a porta de entrada de agentes agressivos à armadura é a fissura. Pois sem sistema de impermeabilização, como descrito acima, os íons cloreto e os poluentes atmosféricos como o gás carbônico e sulfatos, reagem com a água da chuva formando a chuva ácida, que possui alto poder de deterioração do aço, corroendo a armadura.

g) Manutenção preventiva:

As marquises devem ser projetadas, calculadas e construídas segundo o meio ambiente que está submetida, segundo os parâmetros da NBR 6118. Para tanto, deve-se levar em consideração o desenvolvimento de um programa de manutenção preventiva, para assegurar o desempenho durante toda a vida útil da estrutura e realizando periodicamente inspeções e as devidas intervenções, quando necessárias (GOMES et. al., 2003).

Para Pujadas (2006) a falta de manutenção e conservação dos sistemas de escoamento de águas pluviais e o acúmulo de sujeiras ocasionam o empoçamento da água sobre a marquise, e a deficiência ou ausência do sistema de impermeabilização, aliados com a presença de fissuras e trincas, cobrimento inadequado, levam à corrosão da armadura e o deslocamento do concreto. Além do sobrecarregamento que as estruturas de placas e aparelhos geram sobre as lajes em balanço, a sua fixação requer a perfuração da camada de impermeabilização, deixando o sistema ineficiente.

Inspeções periódicas são indispensáveis para adoção de um programa de manutenção preventiva, sendo constatados e registrados defeitos e anomalias, e realizando o acompanhamento da evolução ou não de problemas patológicos, buscando saná-los imediatamente.

Cabe aos órgãos públicos e conselhos de segurança em edificações realizar políticas de manutenção e fiscalização, para se evitar lesões ou até a perda que vidas humanas devido a queda de marquises. Sendo assim, a manutenção deve ser tratada como uma etapa do ciclo da construção civil, agregando-se às etapas de concepção, execução e utilização da edificação ou de uma estrutura (BRAGUIM, 2006).

5.3.1.3 Patologias provenientes pela utilização da estrutura

Sendo concebidas em projeto e executadas as estruturas de concreto armado, podem estas apresentar problemas patológicos durante o período de utilização, ou seja, em seu tempo de vida útil. Tais problemas podem ser oriundos de má utilização da estrutura, desviando de sua concepção original de projeto para um outro uso, ou da falta de programa de manutenção preventiva e muitas vezes preditiva, como referenciado anteriormente (SOUZA E RIPPER, 1998).

A má utilização da estrutura está relacionada com a falta de informação ao usuário ou do desconhecimento técnico das limitações estruturais que, por exemplo, uma marquise pode estar sujeita a um determinado carregamento máximo admissível, instalando dessa maneira *out doors*, aparelhos de refrigeração ou execução de estruturas fora do escopo do projeto, sobrecarregando a estrutura e levando à queda da laje em balanço.

A ausência de um planejamento de manutenção preventiva ou quando realizada de forma inadequada, pode levar a problemas estruturais mais graves e implica em geração de gastos vultosos, sendo compensatório em determinados momentos demolir a própria estrutura de marquise (CARMO, 2009).

6 ANÁLISE E INSPEÇÃO DE MARQUISES EM EDIFICAÇÕES PÚBLICAS

Primeiramente adota-se um roteiro orientativo para inspeção técnica do objeto de estudo, coletando-se dados para iniciar uma análise detalhada sobre o sistema estrutural de marquise e baseando-se em critérios apresentados por estudiosos e profissionais da área técnica da construção civil.

6.1 MARQUISE DO QUARTEL DO COMANDO GERAL DA POLÍCIA MILITAR DO PARANÁ

Busca-se identificar alguns dados referentes à edificação analisada, conforme demonstrado a seguir:

- a) **Nome da edificação:** Edifício do Quartel do Comando Geral da Polícia Militar do Paraná;
- b) **Tipo de edificação:** destinado ao comando central de policiamento da capital e do interior do estado, tanto ostensivo quanto administrativamente, como também ao aquartelamento de seu pessoal efetivo;
- c) **Endereço:** Rua Marechal Floriano Peixoto, nº 1041, Bairro Rebouças, Curitiba, Paraná (esquina com a Rua Presidente Getúlio Vargas);



Figura 17: Quartel da Polícia Militar do Paraná
Fonte: Registro fotográfico.

d) Data da construção: desconhecido;

e) Agressividade do ambiente: Moderada conforme NBR 6118;

f) Utilização da edificação vs concepção de projeto: desde o início da utilização da edificação não houve desvio da concepção de projeto, pois se trata de uma edificação pública;

g) Registros de intervenções anteriores na marquise em avaliação: Houveram intervenções anteriores, porém não sabendo ao certo o lapso temporal que foi realizada a última manutenção. A estrutura da marquise em comento apresenta-se estável e sem a presença de fissuras. Portanto, seria necessário a formulação de um diagnóstico detalhado e técnico para verificar a estrutura interna e as características patológicas que não podem ser identificadas visualmente.

h) Análise dos projetos da edificação: A análise dos projetos da edificação é outra medida importante que deve ser tomada, desde que tenhamos acesso a esta documentação. De posse dos projetos pode-se estudar os danos relativos à cargas excessivas, tais como letreiros, aparelhos de ar condicionado, sobreposição de camadas de impermeabilização, e outros.

Porém, não se obteve êxito em encontrar o projeto arquitetônico e estrutural do Quartel da Geral da Polícia Militar, devido ao enorme acervo constituído na Coordenaria de Engenharia, da Secretaria de Obras Públicas do Paraná.

Dimensões da marquise inspecionada:

a) Comprimento: como a edificação existente é de frente para as Ruas Marechal Floriano Peixoto e Getúlio Vargas, o comprimento da marquise é de aproximadamente 4,60 metros;

b) Largura do balanço: é de aproximadamente 1,95 metro de largura;

c) Altura da laje de concreto: aproximadamente 0,10 metro, com viga de bordo de 0,20 metro;

d) Altura do pé-direito: concepção estrutural de laje plana, com face superior levemente inclinada em direção à fachada para escoamento da água pluvial, cuja altura no ponto do balanço é aproximadamente 4,00 metros;

e) Área da Laje: $4,60 \text{ m} \times 1,95 \text{ m} = 8,97 \text{ m}^2$.

Concreto com resistência característica de 15 MPa.

6.1.1. Diagnóstico das Manifestações Patológicas da Marquise

Para conhecer alguns critérios sobre a marquise do prédio do Quartel do Comando Geral da Polícia Militar do Paraná, faz-se uma análise preliminar para constatar e diagnosticar as condições do sistema estrutural.

6.1.1.1 Situação aparente da marquise

Visivelmente o elemento estrutural encontra-se com algumas escoriações na região do ponto extremo do balanço, pois ao passar do tempo de sua vida útil e devido ao alargamento da Rua Marechal Floriano Peixoto pelo projeto Linha Verde, da Prefeitura Municipal de Curitiba, o seu balanço ficou além do alinhamento do meio-fio do passeio, medindo 1,95 m de largura de balanço e 1,85 m de largura de calçada, sofrendo, desta forma, desprendimento de material de revestimento do concreto e a perda da região de pingadeira da marquise por causa da altura máxima indevida dos veículos que ali transitam, conforme pode-se observar nas figuras 18, 19, 20, 21 e 22 a seguir.



Figura 18: Linha imaginária mostrando o avanço da marquise sobre a rua.
Fonte: Registro fotográfico.



Figura 19: Escoriações lado direito.
Fonte: Registro fotográfico.



Figura 20: Desprendimento do revestimento do concreto
Fonte: Registro fotográfico.



Figura 21: Deterioração causada pela raspagem de caminhões.
Fonte: Registro fotográfico.



Figura 22: Desprendimento do concreto e ausência de pingadeira
Fonte: Registro fotográfico.

6.1.1.2 Patologias visivelmente constatadas

Em visita e inspeção técnica, constata-se que a marquise possui lixiviação (*Segundo a NBR 6118, lixiviação é a ação de águas puras, carbônicas agressivas ou ácidas que dissolvem e carregam os compostos hidratados da pasta de cimento*) da camada de revestimento do concreto devido à umidade e infiltração da água que ocorre pela deterioração da pingadeira na parte frontal da marquise (ABNT, 2003). Desta forma, o desprendimento da camada de reboco e emboço do concreto expõe a marquise à mercê da corrosão pela carbonatação (*a presença de CO_2 no ar juntamente com a umidade podem gerar a formação do carbonato de cálcio*), como também pela infiltração da água devido à porosidade do concreto e da diminuição do cobrimento da armadura no ponto extremo. Nos cantos da marquise próximo do consolo de apoio, não foram constatadas fissuras, ou trincas, mas somente escoriações acidentais do tráfego de automóveis nas beiradas do balanço, não fazendo com que a estrutura exigisse um esforço de trabalhabilidade ou deslocamento estrutural, levando ao comprometimento da servicibilidade da marquise.



Figura 23: Consolo lado esquerdo – parte externa, sem presença de fissuras.
Fonte: Registro fotográfico.



Figura 24: Consolo lado esquerdo – parte interna, sem presença de fissuras.
Fonte: Registro fotográfico.



Figura 25: Consolo lado direito – parte externa, sem presença de fissuras.
Fonte: Registro fotográfico.



Figura 26: Consolo lado direito – parte interna, sem presença de fissuras.
Fonte: Registro fotográfico.

6.1.1.3 Estudo técnico detalhado

O procedimento técnico a ser realizado é de abrir alguns pontos de inserção para verificar como estão fisicamente as armaduras, para constatar se há corrosão ou não do aço. Fazer a verificação do sistema de escoamento de águas pluviais na parte superior da marquise, pelo qual não se pode ter acesso. E, por fim, verificar realmente se existe a presença de impermeabilização ou se já foi lixiviada por intempéries no decorrer dos anos.

Segundo a NBR 6118, o Quartel da Polícia Militar do Paraná está localizada na região central de Curitiba e o meio de agressividade em que se encontra a estrutura é moderado.

Diferentemente de outros sistemas construtivos, como por exemplo um prédio, que avisa quando a estrutura está entrando em colapso, as marquises não possuem essa peculiaridade, sendo que podem desabar a qualquer momento se a estrutura da armadura estiver condenada pela corrosão, expondo as pessoas que sob as marquises transitam à lesões, seqüelas e até à morte. Por isso a necessidade de manutenções constantes, preventivas ou corretivas, para verificar como aparenta a estrutura, a constituição do concreto, presença de fissuras, infiltração, descolamento de revestimento, desagregação do reboco, etc.

De acordo com a classificação da tabela 6, pode-se constatar que a marquise avaliada apresentou-se íntegra, não se constatando a presença de fissuras.

Tabela 6: Classificação das aberturas no concreto armado

Tipo de Lesão	Abertura
Fissura	até 0,5 mm
Trinca	de 0,5mm a 1,5mm
Rachadura	de 1,5 mm a 5 mm
Fenda	de 5mm a 10mm
Brecha	acima de 10 mm

Fonte: Filho (2008).

6.1.1.4 O sistema de escoamento de água pluvial da marquise

O caimento das águas da chuva ocorre em direção à fachada do prédio, sendo conduzido por uma calha de coleta de água pluvial e desembocando numa caixa de coleta na calçada, o qual tem o destino para a sarjeta da rua, como pode-se verificar na figura 27 a seguir.



Figura 27: Sistema condutor de água pluvial.
Fonte: Registro fotográfico.

Diante do exposto inicialmente, conheceu-se alguns aspectos da marquise avaliada, bem como alguns dados anteriormente mencionados. Desse modo, as manifestações patológicas identificadas na marquise são:

- a) **Sobrecarregamento:** não houve constatação ou existência de sobrecargas na marquise do Quartel da Polícia Militar, tais como: aparelhos de ar condicionado, estatuetas ou outdoors, o que não afetou ao longo do tempo a durabilidade da estrutura;
- b) **Lixiviação:** em inspeção técnica detalhada, constata-se o fenômeno moderadamente avançado da lixiviação do revestimento do concreto, fazendo com que desagregasse o reboco, o que poderá, se não tratado em curto prazo de tempo, evoluir para uma carbonatação do concreto e atacar a camada passiva da armadura de aço;
- c) **Umidade:** as manifestações de umidade acabam por levar à infiltração da água no concreto, sendo uma construção localizada no centro de Curitiba fica suscetível à carbonatação do concreto pela presença no ar de moléculas de dióxido de carbono (CO_2) e de sulfatos;
- d) **Fissuras ou trincas:** não houve indícios de fissuração ou trincas no engaste da marquise com o consolo de sustentação, principalmente pela afetação das escoriações acidentais devido à altura máxima indevida dos veículos que transitam, sendo que poderiam ter gerado um deslocamento na estrutura;
- e) **Corrosão de armaduras:** não houve constatação e nem exposição, porém exige-se um diagnóstico técnico detalhado através de abertura de janelas de inspeção fazendo a raspagem

da armadura, a medição através de paquímetro do diâmetro das barras de aço, constatação da espessura do revestimento do concreto para verificar as condições da armadura;

f) Impermeabilização precária: não sabe ao certo afirmar se a parte superior da marquise apresenta características de um concreto bastante poroso, ou até a constatação da falta do revestimento impermeabilizante na laje, pois não teve acesso à parte superior da marquise. Porém, notadamente não há presença de umidade na laje advinda da parte superior;

g) Falta de manutenção: a periodicidade de manutenção preventiva, corretiva ou até a execução de reparos, são aspectos a serem fielmente seguidos, principalmente quando se trata de marquises, sendo o fator preponderante para reparação a borda da laje, a reconstituição da pingadeira, a esfoliação da pintura e a lixiviação do revestimento do concreto;

h) Pintura da laje: foi constatado na marquise em estudo que a pintura possui pontos de esfoliação, ocasionando o “descascamento” da fina camada de revestimento em tinta, o que leva à facilidade da umidade infiltrar por pressão na camada de reboco e emboço, influenciando na lixiviação;

i) Desprendimento do revestimento da borda do balanço: em inspeção técnica constatou-se a desagregação de parte do concreto da laje e o posterior desprendimento do revestimento da borda do balanço, ao longo do tempo. Pois, devido às escoriações acidentais de automóveis que possuem altura máxima maior do que o pé-direito da marquise deixou-a desprovida de pingadeira o que acarretou no escoamento da umidade da chuva para a parte inferior da laje e favoreceu a infiltração de água no concreto.

6.1.2 Prognóstico da Marquise

Diante do diagnóstico realizado, pelo qual se analisaram as causas visualmente constatadas na marquise do Quartel Geral da Polícia Militar do Paraná e que influenciam no possível problema de desprendimento de material da estrutura, passa-se ao próximo passo que é analisar o tempo de duração, evolução ou término do problema.

Aparentemente, a estrutura da marquise estudada não há indícios de fissuras e nem a exposição de corrosão da armadura. Pois, a análise técnica detalhada da armadura pode afirmar a real situação do material, porém visualmente não há evolução de um quadro patológico específico que possa levar a marquise ao colapso em curto prazo de tempo, não expondo à perigo pedestres que sob ela transitam.

A deterioração da borda da laje em balanço da marquise, com a conseqüente perda da pingadeira pode continuar a agravar a situação de infiltração de água pela umidade na parte inferior da laje, pois a lixiviação está num nível moderado podendo agravar para um quadro de carbonatação do concreto e vir a despassivar a camada de proteção da armadura, iniciando um processo de corrosão.

A diminuição da altura da laje da marquise devido à perda de material na ponta leva a diminuição do cobrimento do concreto para a armadura de aço, ficando suscetível à despassivação da mesma e conseqüentemente levando a corrosão devido à infiltração de água no concreto.

A simples reparação da marquise, na atual conjuntura, não resolveria o caso, pois a largura do balanço da marquise continuará além do alinhamento do meio-fio do calçamento, avançado sob a Rua Marechal Floriano Peixoto, o que ocasionará posteriores escoriações acidentais devido à altura dos automóveis que por ali trafegam e, dependendo o caso, comprometer e agravar o estado da estrutura da marquise, colocando em risco os pedestres que sob ela transitam.

6.1.3 Critérios de Recuperação

A seguir apresentamos teoricamente os critérios a serem adotados para a recuperação da marquise, observando que não se obteve acesso à edificação e, portanto não se pode visualizar o estado da face superior da marquise, que também é fundamental para uma prévia avaliação.

Primeiramente, deve-se fazer o isolamento do local a ser reparado, escorando a marquise com distanciamento entre escoras em madeira bracing de 0,60 em 0,60 m, fazendo o devido contraventamento das mesmas.

Na parte superior da estrutura deve-se abrir janelas de inserção para verificar o estado da armadura negativa, se apresenta despassivação do aço, corrosão e perda de seção através de um paquímetro; bem como fazer a análise do cobrimento no qual protege a armadura. Em havendo corrosão a solução apresentada para recuperação será de abrir toda a região da armadura corroída, prosseguindo com a limpeza retirando a camada desgastada, fazer o tratamento com soluções anti-corrosivas, reforçar com novas barras, se necessário, o aço estrutural e posteriormente a aplicação de um graute;

Ao mesmo tempo, fazer uma análise da textura do concreto e se não há desprendimento dos agregados constituintes do mesmo; verificar a porosidade do concreto na parte superior da marquise para fazer, conforme o caso, uma nova e fina camada de proteção mecânica.

Fazer a delimitação das medidas da marquise para diminuição da largura do balanço em aproximadamente 35 centímetros, para posteriormente retirar a parte da estrutura que transpassa dos limites da guia do calçamento. Uma vez realizada as marcações e escorada a marquise, realizar o corte com uma serra diamantada;

Terminado o processo de extração da parte excedente do balanço e feita a limpeza do material demolido, apicoar o concreto nos locais onde há exposição da armadura, até a profundidade de aproximadamente 10 cm, para realizar desta forma a dobra da armadura e ancoragem da mesma no sentido perpendicular;

Fazer a limpeza da armadura exposta e posteriormente o tratamento com produto anti-corrosivo ou anti-oxidante. Montar a caixaria para preenchimento do concreto com argamassa com aditivo colante, um graute ou um concreto com aditivo de resina epoxídica;

Após 72 horas pode-se fazer a retirada da lateral da caixaria e manter o concreto sempre úmido com uma lâmina de água para cura. Passado-se 14 dias da concretagem, pode-se retirar a forma da parte inferior, fazer a remoção de algumas escoras, mas mantendo o escoramento do balanço da marquise. Retirar totalmente o escoramento após 21 dias de concretagem e no sentido das extremidades para o interior da estrutura.

Após a cura do concreto, executar a vigia de bordo da marquise com bloco cerâmico e revesti-la tanto interna quanto externamente com emboço. Fazer uma regularização da camada superior da marquise para recebimento da impermeabilização.

Regularizada a camada superior da marquise, faz-se a aplicação de uma camada de 3 mm de manta asfáltica, atendendo a funcionalidade do sistema de drenagem de água pluvial da marquise. Posteriormente, executar uma camada de proteção mecânica com argamassa de traço 1:4 de cimento-areia, e espessura de no máximo 3 a 4 cm na parte superior da laje.

Proceder com a raspagem da parte inferior da laje para preparação do substrato para futura recepção de nova camada de regularização do revestimento. Executar a camada de revestimento do perfil da marquise e da parte inferior, fazendo a linha da nova pingadeira para que água que escoar na lateral não umedeça toda a região inferior da marquise; Aplicar uma camada de massa fina acrílica, proceder o lixamento da marquise, para recebimento da camada de pintura em tinta látex a base de PVA, pois é a pintura que irá dar uma fina camada

de revestimento contra as intempéries, tais como: vento, chuva, umidade, bem como proteger o reboco e o emboço criando uma película protetora;

Por fim, efetuar constantes manutenções periódicas da marquise para garantir a integridade das pessoas que sob elas transitam e assegurar a estabilidade do sistema estrutural.

Cabe salientar que a marquise do Quartel do Comando Geral da Polícia Militar do Paraná sofreu uma intervenção no mês de dezembro de 2009, seguindo fielmente as instruções acima descritas, porém deixando de ser executada a viga de bordo e também a saliência ou reentrância da pingadeira, do qual continua a agravar o problema do escoamento da água para toda a parte inferior da laje, deixando-a úmida essa região da marquise.

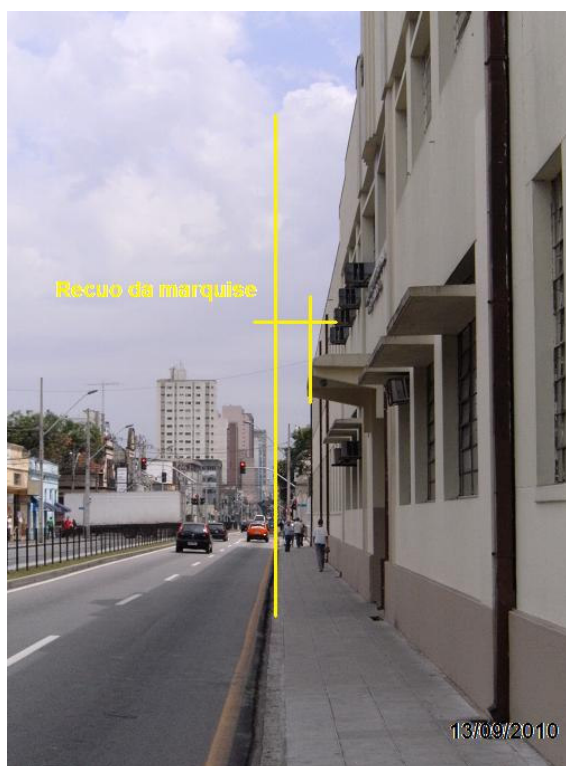


Figura 28: Intervenção corretiva executada, com recuo da marquise.

Fonte: Registro fotográfico.



Figura 29: Execução da intervenção corretiva na marquise do Quartel da PMPR
Fonte: Registro fotográfico.

6.2 MARQUISE DO PALÁCIO IGUAÇU

Apresenta-se a seguir os dados referentes à edificação sede do Governo do Estado do Paraná, conforme demonstrado a seguir:

- a) Nome da edificação:** Palácio Iguçu;
- b) Tipo de edificação:** destinado a sede do Poder Executivo - Governo do Estado do Paraná, incorporando alguns órgãos como a Casa Civil e a Comunicação Social;
- c) Endereço:** Praça Nossa Senhora de Salete, sem número, Bairro Centro Cívico, Curitiba, Paraná;



Figura 30: Fachada do Prédio Sede do Governo do Estado do Paraná – Palácio Iguacu.
Fonte: Registro fotográfico.

d) Data da construção: datada do ano de 1954;

e) Agressividade do ambiente: Moderada conforme NBR 6118;

f) Utilização da edificação vs concepção de projeto: O projeto do Palácio Iguazu teve sua concepção original mantida até os dias atuais, servindo como sede do Poder Executivo do Estado, não havendo desvio da finalidade ao qual inicialmente foi projetado;

g) Registros de intervenções anteriores na marquise em avaliação: Nunca houve intervenção anterior tanto no prédio quanto na marquise inspecionada, porém no ano de 2010 foi a primeira reforma que o prédio executivo sofreu ao longo de sua vida útil, apesar de possuir vários materiais e insumos aplicados em seu interior que são mantidos até a presente data, como por exemplo, os mármore brancos que na época eram importados da Europa e a estrutura dos vidros da fachada que eram de ferro e estavam completamente enferrujados.

A estrutura da marquise em concreto apresenta-se estável, porém com a presença de fissurações e trincas com manchas de umidade. Portanto, será necessária a formulação de um diagnóstico detalhado e técnico para verificar a estrutura interna e as características patológicas que não podem ser identificadas visualmente.

h) Análise dos projetos da edificação: A análise dos projetos da edificação é outra medida importante que deve ser tomada, a concepção estrutural da marquise encontra-se íntegra segundo o projeto inicial, sem a incidência de sobrecarregamentos e desvio da concepção original.

Dimensões da marquise inspecionada:

a) Comprimento: a edificação possui fachada voltada para a Praça Nossa Senhora de Salete, frente com a Rua Cândido de Abreu, no Centro Cívico, Curitiba-PR;

b) Largura do balanço: é de aproximadamente 3,00 metros de largura;

c) Altura da laje de concreto: aproximadamente 12 centímetros, com viga de platibanda de aproximadamente 1,00 metro de altura;

d) Altura do pé-direito: concepção estrutural de laje inclinada em direção à edificação para facilitar o caimento e escoamento da água pluvial, cuja altura no ponto do balanço é aproximadamente 25,00 metros;

6.2.1 Diagnóstico das Manifestações Patológicas da Marquise

A seguir far-se-á uma análise preliminar das condições do sistema estrutural da marquise do prédio do Palácio Iguazu, para se fazer um diagnóstico detalhado.

6.2.1.1 Situação aparente da marquise

Em visita ao andamento da reforma do Palácio Iguazu, em setembro de 2010, a marquise apresentou-se intacta sem escoriações na região do ponto extremo do balanço, pois no decorrer do tempo de sua vida útil e como nunca houve intervenções preventivas e nem corretivas na estrutura, esta possui a presença de fissuras e trincas principalmente na direção paralela ao balanço, provavelmente ocasionado pela trabalhabilidade da estrutura com o processo de dilatação térmica. Não há desprendimento de material de revestimento do concreto e nem perda da região de pingadeira da marquise, porém é evidente manchas de umidade proveniente da parte superior da marquise, bem como em alguns pontos das fissurações há presença de material na tonalidade marron-avermelhado, grande indicativo de oxidação da armadura, conforme pode-se observar nas figuras a seguir.



Figura 31: Presença de fissuras e trincas.

Fonte: Registro fotográfico.



Figura 32: Fissuração na direção do balanço da marquise.
Fonte: Registro fotográfico.



Figura 33: Manchas de infiltração de água, com evidência de corrosão generalizada.
Fonte: Registro fotográfico.

6.2.1.2 Patologias visivelmente constatadas

Conforme os registros fotográficos acima, em determinados pontos constata-se que a marquise possui um processo avançado de corrosão das armaduras, ocorrida por infiltração de água proveniente da parte superior da estrutura. Pela área úmida verifica-se a presença de manchas na camada do concreto, demonstrando a insuficiência da camada de impermeabilização, ou falta de manutenção no sistema de captação de águas pluviais das

calhas, fazendo que acima da estrutura a água infiltre e percole pelos poros e ficando visivelmente constatado na parte inferior através das fissurações presentes.

A hipótese de comprometimento das armaduras da marquise através de corrosão por carbonatação não pode ser descartado, devendo-se haver um estudo técnico detalhado com a abertura de pontos de inspeção para averiguar a real situação do aço e se neste caso, como demonstra na figura 33 acima, há perda de secção nominal.

Existem pontos da laje da edificação em que a armadura está visivelmente exposta, verificando fielmente a premissa de que no momento da execução da concretagem, critérios não foram seguidos, ocorrendo o rebaixamento da armadura e redução do cobrimento pelo pisoteamento dos operários, bem como a inutilização de espaçadores e a influência do peso próprio da camada de concreto.

A ação de íons cloreto que reagem com os compostos do concreto, também pode ser um agente causador da corrosão.

Como para época não havia padrão de qualidade a ser seguido nas construções, os insumos do concreto como a areia, principalmente quando extraídas nas beiras de rios, podem conter em sua composição mineralógica compostos ferruginosos, dos quais podem causar manchas e saliências no concreto.

6.2.1.3 Estudo técnico detalhado

A primeira etapa para realização da manutenção preventiva a ser realizada é de abrir pontos de inserção para verificar como estão fisicamente as armaduras, para constatar se a corrosão é por pite, generalizada ou se está evoluída em tensão de fraturamento. Verificar o sistema de captação de águas pluviais na parte superior da marquise, pelo qual não se pode ter acesso. Pois este sistema pode estar entupido, com ninho de pássaros ou com a servicibilidade do escoamento ineficiente, devendo readequá-lo para colher uma grande vazão de água. E, por fim, verificar como se apresenta a camada de impermeabilização ou se já foi lixiviada por intempéries no decorrer dos anos. Sabe-se que a cobertura foi totalmente revisada, porém uma análise de possíveis infiltrações ou escoamentos na laje da marquise devem ser acompanhadas para avaliar se há ou não evolução do quadro patológico.

Para a NBR 6118 (ABNT, 2003), o Palácio Iguazu – Sede do Poder Executivo do Paraná está localizada na região central de Curitiba e o meio de agressividade em que se encontra a edificação é moderado.

Para Filho (2008) a vida útil de uma estrutura é o período de tempo após a instalação de um material ou componente da edificação, durante o qual todas as propriedades excedem a um valor mínimo aceitável, tendo sofrido manutenção rotineira. Portanto, o período de vida útil das estruturas deve atingir um valor mínimo de 50 anos desde que as estruturas sejam projetadas, executadas e mantidas conforme os requisitos predefinidos (FILHO, 2008).

A necessidade de manutenção preventiva ou corretiva na edificação em referência reafirma a segurança, a durabilidade e eficiência da estrutura do prédio que atingiu o tempo máximo de vida útil que a NBR 6118 se refere em 50 anos, apresentando-se íntegra e sólida, sem grandes intervenções para a estrutura e boa constituição do concreto, com a presença de fissuras, correção de infiltrações, descolamento de revestimento, entre outros.

Segundo a classificação adotada anteriormente para a Marquise do Quartel da Polícia Militar, conforme tabela abaixo extraída da apostila de Patologias em Edificações, do Prof. Filho (2008), a estrutura da marquise do Palácio Iguazu possui fissuras e trincas, devido a falta de manutenções ao longo da vida útil e conseqüentemente agravado devido a outros agentes causadores de deterioração do concreto e corrosão da armadura.

Tabela 7: Classificação dos tipos de lesão no concreto armado

Tipo de Lesão	Abertura
Fissura	até 0,5 mm
Trinca	de 0,5mm a 1,5mm
Rachadura	de 1,5 mm a 5 mm
Fenda	de 5mm a 10mm
Brecha	acima de 10 mm

Fonte: Filho, (2008).

Dessa forma, avalia-se a marquise em conformidade da inspeção visual regular, pois é desta que se pode constatar se há sinais de abrasão ou erosão no concreto, sinais de fissuras, desintegrações da superfície de concreto e manchas de infiltração, ferrugem e corrosão. As manifestações patológicas identificadas na marquise são:

a) Sobrecarregamento: em inspeção visual não há sobrecarregamento na marquise do Palácio Iguazu, principalmente pela cobertura que é constituída de telhas de fibrocimento e inexistindo na parte superior aparelhos de ar condicionado, estatuetas ou outdoors; portanto,

não houve desvio da concepção inicial de projeto, garantindo assim a durabilidade e solidez da estrutura;

b) Lixiviação: em inspeção técnica detalhada, a lixiviação foi considerada como um fenômeno sem progresso, pois houve início de desprendimento da camada de pintura, o que poderá, se não tratado em curto prazo de tempo, acelerar o processo de corrosão da armadura, principalmente pela carbonatação do concreto, através da facilidade de infiltração da umidade com os agentes presentes na atmosfera através das fissuras presentes;

c) Umidade: Na cidade de Curitiba, Paraná, os altos índices de pluviosidade e a alta da umidade relativa do ar, são fatores que, juntamente com a presença de fissuras, porosidade do concreto e ineficiência da camada impermeabilizante da laje, auxiliam a água infiltrar no interior da estrutura, ficando evidente a carbonatação do concreto pela presença no ar de moléculas de dióxido de carbono (CO_2) e de sulfatos, como demonstram as imagens dos itens a seguir;

d) Fissuras ou trincas: Como se pode observar na figura a seguir, o processo de fissuração e trincas está presente em determinados locais da marquise, principalmente nos pontos onde houve trabalhabilidade pela dilatação da junta de concretagem e a diferença entre os coeficientes de dilatação dos materiais, tendo um comportamento térmico diferenciado entre os materiais e o surgimento da patologia em questão;



Figura 34: Manchas de tonalidade marron-avermelhada característica de corrosão interna da armadura.

Fonte: Registro fotográfico.



Figura 35: Fissuras.
Fonte: Registro fotográfico.

e) **Corrosão de armaduras:** As imagens acima mostram a presença de tonalidade marron-avermelhada evidentes nas fissuras e trincas. Porém exige-se um diagnóstico técnico detalhado através de abertura de janelas de inspeção, constatar se há corrosão generalizada, por pites ou se está comprometida por tensão de fraturamento. Caso haja solução para fazer o tratamento da armadura, deve-se seguir um processo detalhado como a raspagem da armadura, medir com paquímetro a secção diametral das barras de aço, verificar a camada de cobrimento do concreto e tratar o aço com material anti-oxidante;

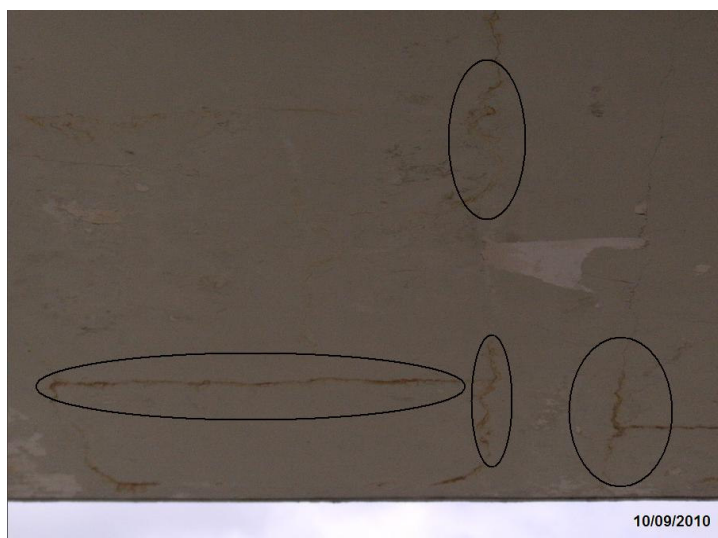


Figura 36: Presença de fissuras com manchas de tonalidade marron-avermelhada.
Fonte: Registro fotográfico.



Figura 37: Evidência de quadro patológico avançado referente à corrosão da armadura.

Fonte: Registro fotográfico.

f) Impermeabilização precária: não há como avaliar ao certo o sistema de impermeabilização da marquise, porém a estrutura da cobertura foi reformada em sua integralidade, portanto como a marquise está protegida pelo telhado ameniza a incidência de agentes diretamente na marquise. Porém, notadamente não há presença de manchas de umidade na laje advinda da parte superior;

g) Falta de manutenção: seguir critérios para periodicidade de manutenção preventiva, corretiva ou até a execução de reparos, garantem a solidez, durabilidade e servicibilidade da estrutura. Quando se faz reparos em marquises, o fator preponderante é a manutenção para o perfeito funcionamento do sistema de captação de águas pluviais, verificação da borda da laje, integralidade da cobertura, proteção da marquise com camadas de pintura e acompanhamento de possíveis evidências patológicas;

h) Pintura da laje: na marquise do Palácio Iguazu observa-se que a pintura é antiga e possui pontos de esfoliação, ocasionado pelo desprendimento da fina camada de revestimento de tinta devido a presença da umidade, fazendo com que a água e demais substâncias presentes na atmosfera infiltrem por poro pressão na camada de reboco e emboço, chegando até a armadura no interior do concreto;



Figura 38: Pontos de esfoliação da pintura.
Fonte: Registro fotográfico.

i) Desprendimento do revestimento da borda do balanço: Devido as fissuras e trincas existentes na marquise, na direção do balanço aparenta a desagregação de pontos do concreto na parte extrema da laje. Pois, devido à trabalhabilidade da estrutura e ausência de juntas de concretagem, a marquise se comporta como uma peça única e rígida, sofrendo com os esforços devido à variação de temperatura e a influência do seu peso próprio ao longo da vida útil estrutural, fissurando na direção do balanço e deixando-a desprovida de borda de pingadeira, acarretando no escoamento da umidade da chuva para a parte inferior da laje e favorecendo a infiltração de água no concreto.



Figura 39: desprendimento da borda da pingadeira e abertura de trincas.
Fonte: Registro fotográfico.

6.2.2 Prognóstico da Marquise

Diante do diagnóstico apresentado acima, do qual foi analisado as patologias visualmente constatadas na marquise do Palácio Iguazu e que influenciam no agravamento de problema estrutural se não sanado a tempo, passa-se ao próximo passo que é analisar o tempo de duração, evolução ou término do quadro patológico.

A estrutura da marquise em evidência apresenta em certos pontos localizados um quadro avançado de fissuras e trincas sem a exposição de corrosão da armadura. Com o fator da umidade proveniente do ar e de infiltração advinda da parte superior, a análise técnica visual detalha manchas de tonalidade marron-avermelhada, oriunda da reação da água com concreto, agravando na corrosão da armadura. Um estudo detalhado em laboratório, com abertura de pontos de inserção no concreto e com ensaios não destrutivos, podem afirmar a real situação do material. Porém visualmente a evolução desse quadro patológico específico pode levar a marquise ao colapso em médio prazo de tempo.

A fissuração que se estende até o ponto extremo do balanço da laje, juntamente com a perda da pingadeira, continuará a agravar a situação de infiltração de água através do escoamento pela platibanda da marquise. Nota-se um elevado grau de carbonatação do concreto com a formação de estalactites, sendo este grande agente causador da corrosão da armadura por carbonatação, despassivando a camada de proteção da armadura e perdendo seção do aço.

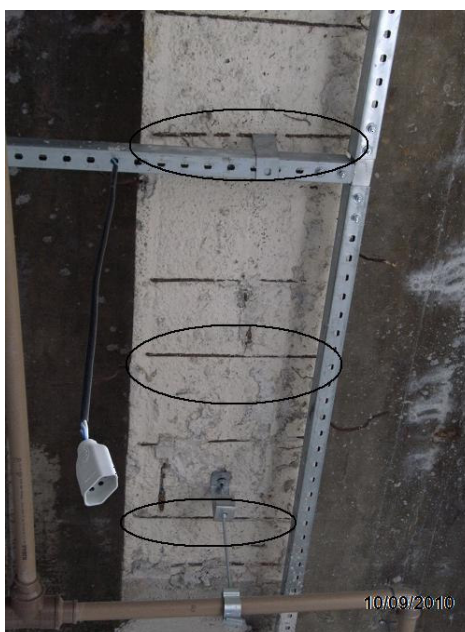


Figura 40: Pontos evidentes de cobrimento inadequado na laje.

Fonte: Registro fotográfico.

Como se trata de uma estrutura antiga, pelos quais os processos construtivos eram rudimentares, com falta de mão de obra qualificada e sem critérios de qualidade a serem seguidos, a inobservância do cobrimento mínimo do concreto para a armadura de aço deixa a estrutura suscetível à corrosão devido a percolação de água no concreto.



Figura 41: Emassamento das fissuras e trincas.

Fonte: Registro fotográfico.

A simples reparação da marquise como está sendo executada e demonstrada na figura acima, com emassamento das fissuras e trincas, aplicação de pintura impermeabilizante e pintura acrílica, resolve os problemas patológicos imediatamente. Porém, internamente a estrutura pode estar comprometida e continuará evoluindo o quadro patológico de corrosão, até ocorrer a ruptura brusca da armadura, comprometendo a integridade física das pessoas que abaixo da marquise passeiam.

6.2.3 Critérios de Recuperação

A seguir apresentam-se teoricamente critérios a serem adotados para a correta intervenção da marquise, sendo de extrema importância visualizar o estado das armaduras internas para garantir a eficiência e segurança estrutural.

Como o prédio do Palácio Iguazu esteve passando por manutenções, deve-se fazer o isolamento do local a ser reparado, escorando a marquise de forma que fique apoiada para não

gerar inversão de momentos, com distanciamento entre apoios dos andaimes metálicos de 0,50 em 0,50 m, com o devido contraventamento dos mesmos.

Na parte superior da estrutura deve-se abrir janelas de inserção para verificar o estado da armadura negativa, se apresenta despassivação do aço, corrosão e perda de seção através de um paquímetro; bem como fazer a análise do cobrimento no qual protege a armadura.

Retirar corpos de prova para realizar ensaios em laboratório de resistência à compressão, verificando a composição mineralógica dos compostos do concreto constituinte, porosidade e a presença de agentes agressivos ao concreto armado, como por exemplo, dióxido de carbono, sulfatos e íons de cloreto.

Estando comprovada a evidência de corrosão, a solução apresentada para recuperação será de abrir toda a região da armadura corroída, prosseguindo com a limpeza retirando a camada desgastada, fazer o tratamento com soluções anti-corrosivas e reforçá-la estruturalmente com novas barras de aço estrutural, soldando-as nas existentes e posteriormente fazer a concretagem novamente da laje com o uso de graute de alta resistência;

No local, deve-se analisar a textura do concreto e se não há fácil desprendimento dos agregados constituintes do mesmo; verificar a porosidade do concreto na parte superior da marquise para fazer, conforme o caso, uma nova camada de impermeabilização e uma camada de no mínimo 3 centímetros de proteção mecânica.

Fazer a delimitação das medidas da marquise para executar juntas de dilatação, na direção da largura do balanço, com espessura de 10 milímetros. Uma vez realizada as marcações e escorada a marquise, procede-se com o corte da laje com uma serra diamantada. Fazer o preenchimento com argamassa flexível e na parte superior e inferior isolar com material à base de silicone.

Ao mesmo tempo da abertura para as juntas de dilatação, propõe-se fazer aberturas longitudinais à marquise (perpendiculares às juntas de dilatação), com tamanhos de no mínimo 80 centímetros, para execução de barras de transferência de carga. Estas devem ser em aço e executadas da mesma forma como na pavimentação de concreto armado, garantindo assim a eficiência da estrutura e transferindo os esforços de vibração de forma absorvida, evitando dessa maneira os pontos de tensão cisalhante que geram as fissuras na laje.

Manter o concreto sempre úmido para evitar a exsudação da água de emassamento e uma perfeita cura. Decorridos 14 dias da concretagem, proceder com a retirada da fôrma da parte inferior e retirar parte das escoras, gradativamente do ponto extremo do balanço para o ponto de apoio da marquise. Após os 21 dias da concretagem pode-se retirar o restante do

escoramento da mesma forma como descrito anteriormente para não haver uma flexão brusca da estrutura.

Uma vez curado o concreto, deve-se fazer a regularização da camada superior da marquise para recebimento da camada de 3 mm de manta asfáltica de impermeabilização, independente se a marquise estará coberta por telhas e atendendo a funcionalidade do sistema de drenagem de água pluvial da marquise. Posteriormente, executa-se uma camada de proteção mecânica com argamassa de traço 1:4 de cimento-areia, e espessura de no máximo 3 a 4 cm na parte superior da laje.

Para finalizar a intervenção corretiva, faz necessário a raspagem da parte inferior da laje para preparação do substrato para receber uma nova camada de regularização do revestimento, principalmente nos locais onde há fissuras sem evidencia de carbonatação e manchas de corrosão da armadura. Executar nos pontos de fissuração a abertura superficial em “V”, limpando o local com uma escova macia e preencher a abertura com a aplicação um graute selante ou sela trinca. Recompôr o revestimento do perfil da marquise fazendo a linha da pingadeira, para que água que escoar na lateral não umedeça toda a região inferior da marquise.

Aplicar uma camada de massa fina acrílica, proceder com o lixamento da marquise e pintar em tinta látex a base de PVA, pois é a pintura que irá dar uma fina camada de revestimento contra as intempéries, tais como: vento, chuva, umidade, bem como proteger o reboco e o emboço criando uma película protetora e impermeabilizante;

Por fim, efetuar constantes manutenções periódicas da marquise para garantir a integridade das pessoas que sob elas transitam e assegurar a estabilidade do sistema estrutural.

A marquise do Palácio Iguazu, especificamente no segundo semestre do ano de 2010 passou por intervenções, porém conforme o cronograma da obra estar com os prazos exaustivamente apurados, não houve uma manutenção corretiva precisa na estrutura. Foi seguido parte das instruções acima descritas, principalmente no que tange à execução de uma manutenção paliativa, como mostra a figura a seguir com a limpeza, emassamento das fissuras, lixamento e pintura, sanando dessa forma problemas em curto prazo, mas no decorrer da vida útil e da exposição da marquise ao tempo surgirão novamente os problemas patológicos, podendo agravar internamente o estado da estrutura e levando-a ao colapso repentino, assim como ocorre nos casos evidenciados pela mídia.



Figura 42: Recuperação paliativa da marquise, com massa acrílica e pintura.
Fonte: Registro fotográfico.

7 CONCLUSÃO

Conforme ficou evidenciado no início deste trabalho, atualmente os Conselhos Municipais de Manutenção de Edificações possuem um papel importante para a segurança da sociedade e em garantir a eficiência das construções ao longo da vida útil. A veemência de realizar fiscalizações e exigir dos proprietários de prédios a manutenção das suas edificações, principalmente das estruturas de marquises, é um fator preponderante para assegurar a servibilidade do elemento estrutural, que se comporta diferentemente de vigas, pilares e lajes.

Os órgãos do poder público municipal, estadual e federal, e as entidades de classe de engenharia e arquitetura, possuem o poder de polícia sobre as edificações em situação aparentemente deteriorada ou totalmente irregulares, como demonstrou no caso da Marquise do Quartel da Polícia Militar do Paraná, cujo balanço estava avançado além da guia do passeio de pedestres. Esse poder de polícia diz respeito ao poder fiscalizatório, de manter a ordem, de limitar ou disciplinar interesses que regulem a prática de atos concernente à segurança pública.

Constata-se que as edificações possuem um determinado tempo de vida, bem como os sistemas prediais que as compõem e os sistemas estruturais que são parte fundamental do conjunto. Como exemplo, o tempo de vida de um sistema de revestimento de piso que é de aproximadamente 10 anos, para se prever manutenções preventivas prolongando esse tempo

ou em determinados casos deve-se agir corretivamente. Esses fatores levam ao custo de manutenção da própria construção, podendo ser menores quando estipulado cronograma de manutenções ou vultosos na medida em que não há inspeção periódica e a estrutura necessita de intervenção corretiva para garantir sua estabilidade.

As intempéries, a falta de limpeza dos sistemas de captação de águas pluviais, a falta de manutenção, o desvio da finalidade que foi inicialmente projetada, sobrecarregamento e a falta de impermeabilização são critérios que podem ser cautelosamente trabalhados quando o elemento estrutural é a marquise, fazendo ter inspeções periódicas para que de maneira imediata possa sanar patologias e não levar a estrutura ao colapso.

Os inúmeros casos de quedas de marquises evidenciam a preocupação de zelar pela estrutura de concreto armado, principalmente internamente. Pois “maquiar” uma laje em balanço externamente com emassamento e pintura, ou criar uma forma de esconder a marquise com estruturas de gesso ou forrações em PVC, são formas paliativas de solucionar o problema que deve ser visto com outros olhos. Porém, entregar a estrutura nas mãos de profissionais qualificados para um estudo detalhado e com a elaboração de laudo técnico, ressalta a segurança pericial em fielmente avaliar as condições internas da estrutura.

Desta forma, pode-se agir de maneira a sanar os problemas patológicos diagnosticados, assegurar a eficiência da estrutura e a servicibilidade para qual foi projetada, garantindo ainda a integridade de bens patrimoniais e a vida das pessoas que sob as marquises passeiam.

Portanto, o objetivo principal deste trabalho foi apresentado e criado parâmetros para a análise da real situação das marquises de edificações públicas sob a circunscrição do Escritório Regional da Secretaria de Obras Públicas do Paraná, na região de Curitiba, que foram baseadas no estudo de caso da marquise do Quartel do Comando Geral da Polícia Militar do Paraná e da marquise do Palácio Iguçu.

Demonstrou detalhadamente através de inspeção visual e registro fotográfico as patologias existentes nessas estruturas, aplicando fielmente os conhecimentos das disciplinas de Patologias em elementos estruturais e Patologias de sistemas prediais sobre a conservação e manutenção das marquises de prédios públicos, estabelecendo um diagnóstico, prognóstico e critério de recuperação e manutenção das estruturas de concreto armado em balanço avaliadas.

REFERÊNCIAS

Materiais que se desprendem de prédios são uma ameaça constante. Publicado: 05 set. 2006. Disponível em: <<http://licitamais.com.br/noticias/news/1932.html>> Acesso em: 27 jan. 2009.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6118 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento**, de 21 de maio de 2003.

BRAGUIM, Jose Roberto. **Perigo suspenso: Queda de marquises alerta para o risco de projetos.** Revista Técnica. São Paulo, 27 Jun. 2006. Suplemento IPT responde, p.14-17.

BRASIL. **Lei Federal n. 10.406 de 10 de janeiro de 2002 - Novo Código Civil Brasileiro.** Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/2002/L10406.htm>> Acesso em: 15 Nov. 2008.

CÁNOVAS, M.F. **Patologia e Terapia do Concreto Armado.** Editora PINI, São Paulo, 1998. 522 p. apud CARMO, Marco Antonio. Estudo da deterioração de marquises de concreto armado nas cidades de Uberlândia e Bambuí. Pós Graduação em Engenharia Civil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia: 2009. 139 p. Disponível em: <http://www.webposgrad.propp.ufu.br/ppg/producao_anexos/009_MarcoAntoniodoCarmo.pdf> Acesso em: 18 jul. 2010.

CARMO, Marco Antonio. **Estudo da deterioração de marquises de concreto armado nas cidades de Uberlândia e Bambuí.** Pós Graduação em Engenharia Civil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia: 2009. 139 p. Disponível em: <http://www.webposgrad.propp.ufu.br/ppg/producao_anexos/009_MarcoAntoniodoCarmo.pdf> Acesso em: 18 jul. 2010.

COLETO, Leonardo. **Laudo explica queda de sacadas em Maringá.** Publicado: 02 dez. 2008. Disponível em: <<http://www.parana-online.com.br/editoria/cidades/news/339374/>> Acesso em: 27 jan. 2009.

CURITIBA. **Lei Municipal n. 699 de 16 de julho de 1953 – Código de Posturas do Município de Curitiba-PR.** Disponível em: <http://www.leismunicipais.com.br/cgi-local/form_vig.pl> Acesso em: 15 Nov. 2008.

_____. **Lei Municipal n. 11.095 de 21 de julho de 2004 – Novo Código de Posturas do Município de Curitiba-PR.** Disponível em: <http://www.leismunicipais.com.br/cgi-local/form_vig.pl> Acesso em: 15 Nov. 2008.

DORIGO, F. **Acidentes em marquises de Edifícios.** In: CUNHA, A. J. P.; LIMA, N. A. SOUZA, V. C. M. Acidentes Estruturais na Construção Civil. São Paulo, PINI, 1996, v. 1, Cap. 21, p. 161-168. apud MEDEIROS, Marcelo H. F. de.; GROCHOSKI, Maurício.

Marquises: por que algumas caem? Vol. 12, n 24, p.10-17. Revista Concreto. São Paulo, 2007.

FILHO, Mauro Lacerda Santos. **Patologia das Construções**. Apostila e Notas de Aula. Curitiba, 2008.

GOMES, Abdias Magalhães (Coord.); ZEFERINO, B. B.; CASTRO, L. Z.; LINHALES, F.; CANUT, M. M. C.; SOUZA, R. C.; BOTELHO, L. G. D. **Proposta de norma de inspeção de marquise**. Disponível em: <<http://www.ibape.org.br/downloads/XII-cobreap/pe20.pdf>> Acesso em: 12 fev. 2009.

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

HELENE, P. R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. São Paulo: PINI, 1992. apud CARMO, Marco Antonio. Estudo da deterioração de marquises de concreto armado nas cidades de Uberlândia e Bambuí. Pós Graduação em Engenharia Civil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia: 2009. 139 p. Disponível em: <http://www.webposgrad.propp.ufu.br/ppg/producao_anexos/009_MarcoAntoniodoCarmo.pdf> Acesso em: 18 jul. 2010.

HORTA, Lucio. **Queda de marquise mata estudante e fere 22 pessoas**. Publicado: 12 fev. 2006. Disponível em: <<http://portal.rpc.com.br/gazetadopovo/parana/conteudo.phtml?id=536602>> Acesso em: 02 nov. 2008.

ILIESCU, Marcelo. **Diagnóstico das patologias nas edificações**. Disponível em: <<http://www.iliescu.com.br/palestras/diagnosticodaspatologiasnasedificacoes.pdf>> Acesso em: 27 jan. 2009.

JORDY, João Cassim.; MENDES, Luiz Carlos. **Análise e procedimentos construtivos de estruturas de marquises com propostas de recuperação estrutural**. Pós-graduação em Engenharia civil da Universidade Federal Fluminense. UFF. Niterói, 2006. Disponível em: <http://www.jcb.eng.br/arquivos/JORDY_MARQUISES.pdf> Acesso em: 12 fev. 2009.

JUNQUEIRA, André Luiz. **Proibição de construção de marquises no Rio de Janeiro**. Publicado: mar. 2007. Disponível em: <<http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=9748>> Acesso em: 12 fev. 2009.

MAZER, Wellington. **Perícia técnica para avaliação das condições de execução do edifício**.

MEDEIROS, Marcelo H. F. de.; GROCHOSKI, Maurício. **Marquises: por que algumas caem?** Vol. 12, n 24, p.10-17. Revista Concreto. São Paulo, 2007. Disponível em:

<http://www.ufsm.br/decc/ECC1006/Downloads/Marquises_quedas.pdf> Acesso em: 02 nov. 2008.

NAKAGUMA, Roberto. **Perigo suspenso: Queda de marquises alerta para o risco de projetos**. Revista Técnica. São Paulo, 27 Jun. 2006. Suplemento IPT responde p.14- 17.

NEVILLE, A. M. (1979). **Propriedades do concreto**. Traduzido por Salvador Eugênio Giammusso. São Paulo: PINI, 1988. apud CARMO, Marco Antonio. Estudo da deterioração de marquises de concreto armado nas cidades de Uberlândia e Bambuí. Pós Graduação em Engenharia Civil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia: 2009. 139 p. Disponível em: <http://www.webposgrad.propp.ufu.br/ppg/producao_anexos/009_MarcoAntoniodoCarmo.pdf> Acesso em: 18 jul. 2010.

NETO, Egydio. **Marquises: Dificuldades construtivas e patologias**. São Paulo, 2007. Artigo Técnico. Disponível em: <www.JBOnline.com.br> Acesso em: 06 Jul. 2008.

OLIVEIRA, Eduardo Marques Righi de. **Metodologia de caracterização de Patologias em Obras de arte especiais**. Dissertação de mestrado em Engenharia civil da Universidade Federal Fluminense. UFF. Niterói. 2002. apud CARMO, Marco Antonio. Estudo da deterioração de marquises de concreto armado nas cidades de Uberlândia e Bambuí. Pós Graduação em Engenharia Civil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia: 2009. 139 p. Disponível em: <http://www.webposgrad.propp.ufu.br/ppg/producao_anexos/009_MarcoAntoniodoCarmo.pdf> Acesso em: 18 jul. 2010.

PIANCESTELLI, E.M. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto Armado** - Ed. Depto. Estruturas da EEUFG, 1997. 160p.

PUJADAS, Flavia Zoega Andreato. **Perigo suspenso: Queda de marquises alerta para o risco de projetos**. Revista Técnica. São Paulo, 27 Jun. 2006. Suplemento IPT responde, p.14-17.

RIZZO, Bruno Engert. **Marquises – uma abordagem técnica**. 2007. Disponível em: <http://www.ofca.com.br/BOTAO_PRINCIPAL/PUBLICACOES_ARTIGOS/ARTIGOS/30_08_07_MARQUISE_O_QUE_FAZER.pdf> Acesso em: 02 nov. 2008.

ROCHA, A. M. **Concreto armado**. v. 3., Editora. Nobel, São Paulo, 1987. apud CARMO, Marco Antonio. Estudo da deterioração de marquises de concreto armado nas cidades de Uberlândia e Bambuí. Pós Graduação em Engenharia Civil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia: 2009. 139 p. Disponível em: <http://www.webposgrad.propp.ufu.br/ppg/producao_anexos/009_MarcoAntoniodoCarmo.pdf> Acesso em: 18 jul. 2010.

SANTOS, S.; SAGAVE, A. M. **A nova NBR 6118 e a durabilidade das estruturas**. Universidade do Vale do Itajaí. Itajaí: Editora Universitária, 2003.

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