

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecemos a Deus, pela perseverança e discernimento para conclusão deste trabalho.

Ao engenheiro civil prof. Mauricio pela colaboração no desenvolvimento de campo deste trabalho.

A nossa família por todo apoio a nós transmitido.

FOLHA DE APROVAÇÃO**VERIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE USO E ESTADO DE
CONSERVAÇÃO APARENTE DAS MARQUISES NA RUA DAS
FLORES**

Por

IGOR NEUMANN LIMA

ILANA KÖNIG ZENKER

THAMIRYS MORAES TRINDADE DOS SANTOS

TRABALHO APROVADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA A
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ESPECIALISTA EM PATOLOGIA NAS
OBRAS CIVIS, DO INSTITUTO IDD, PELA COMISSÃO FORMADA PELOS
PROFESSORES A SEGUIR MENCIONADOS.

Curitiba (PR) ____ de ____ de ____.

Prof. Mauricio Bianchini

RESUMO

O avanço do concreto armado no Brasil tornou possível a execução de edificações mais arrojadas e altas. A preocupação do risco de quedas de objetos destas novas edificações fez com que fossem construídos elementos de proteção. Desta forma, deu-se início à construção das marquises. Mesmos sendo parte integrante da edificação, a característica de se projetar "para fora" faz com que a segurança das marquises seja uma preocupação importante, por estar sobre os logradouros com passagem de pedestres. Algumas edificações não têm passado por programas de inspeção ou manutenção, no seu todo, ou mesmo em suas partes componentes. A importância do estudo do comportamento destas estruturas se deve, ao fato de que o risco de ruínas nestes elementos não é apenas uma preocupação para ocupantes das edificações, mas também da população que transita nos logradouros públicos. Nesse contexto o presente trabalho visa verificar as condições de uso e o estado de conservação aparente de marquises na Rua das Flores, Curitiba-PR, o qual foi verificado por inspeção visual e atestado na ficha de verificação do estado aparente de conservação de marquises e possíveis usos inadequados. Nessa constam características do imóvel, tais como: endereço, manutenções, estado de conservação aparente e as manifestações patológicas (causas e efeito). O estudo foi realizado em vinte e três marquises e concluiu que doze marquises se encontram em estado de conservação aparente regular, que a manifestação patológica mais recorrente é a infiltração e o possível uso inadequado mais visualizado foi a presença de condensadores de ar nas marquises.

Palavras chave: marquises; manifestação patológica; estado de conservação aparente; Rua das Flores.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Lei de Sitter (Paulo Helene, 1992)	5
Figura 2. Levantamento de casos de desabamentos de marquises no Brasil (Medeiros e Grochoski , 2007)	7
Figura 3. Mapa região de estudo (GoogleEarth, 2018).....	8
Figura 4. Marquise com laje simples em balanço (Rocha <i>apud</i> Bastos, 2006) ...	12
Figura 5. Laje armada em uma direção (Rocha <i>apud</i> Bastos, 2006)	12
Figura 6. Laje armada em duas direções (Rocha <i>apud</i> Bastos, 2006)	13
Figura 7. Laje armada em duas direções (Rocha <i>apud</i> Bastos, 2006)	13
Figura 8. Laje com extremidade reduzida (Rocha <i>apud</i> Bastos, 2006)	14
Figura 9. Laje engastada na viga (Rocha <i>apud</i> Bastos, 2006)	14
Figura 10. Laje apoiada na viga (Bastos, 2006).....	15
Figura 11. Dimensionamento para laje apoiada na viga (Bastos, 2006).....	16
Figura 12. Momento na laje apoiada em viga (Rocha, 1987).....	16
Figura 13. Armação para laje em balanço (Franz <i>apud</i> Leonhardt, 1984)	17
Figura 14. Marquise sem escoramento (Medeiros e Grochoski, 2007)	19
Figura 15. Marquise com escoramento único na extremidade (Medeiros e Grochoski, 2007).....	19
Figura 16. Marquise com escoramento ao longo de sua extensão (Medeiros e Grochoski, 2007).....	20
Figura 17. Marquise desabou em Londrina (Gazeta do Povo, 2006)	21
Figura 18. Marquise desabou em Maringá (Gazeta do Povo, 2008)	21
Figura 19. Marquise desabou em São Leopoldo (Jornal NH, 2016)	22
Figura 20. Marquise desabou no centro de Porto Alegre (GauchaZH, 2016)	22
Figura 21. Marquise desaba no Rio de Janeiro (O Globo, 2012)	23
Figura 22. Marquise desabou por falta de manutenção (R7, 2016).....	23
Figura 23. Marquise desabou no Grande Hotel Canadá (Folha de São Paulo, 2007)	24
Figura 24. Causas intrínsecas (Souza e Ripper, 1998).....	26
Figura 25. Causas extrínsecas (Souza e Ripper, 1998).....	27

Figura 26. Análise percentual das causas de manifestações patológicas em estruturas de concreto (Souza e Ripper, 1998)	30
Figura 27. Mecanismo da corrosão (Casudo, 1997)	35
Figura 28. Marquise com presença de fungo e bolor (Autores, 2018)	46
Figura 29. Marquise com presença de eflorescência (Autores, 2018).....	47
Figura 30. Marquise com presença de infiltrações (Autores, 2018).....	48
Figura 31. Marquise com deterioração de pintura (Autores, 2018).....	50
Figura 32. Marquise com deterioração de pintura (Autores, 2018).....	50
Figura 33. Marquise com presença de fissura (Autores, 2018)	51
Figura 34. Marquise com deslocamento (Autores, 2018).....	52
Figura 35. Marquise com deslocamento (Autores, 2018).....	53
Figura 36. Condensadores de ar apoiados na marquise (Autores, 2018).....	54
Figura 37. Condensadores de ar apoiados na marquise (Autores, 2018).....	55
Figura 38. Marquise com letreiro (Autores, 2018)	55
Figura 39. Marquise transformada em sacada (Autores, 2018)	56
Figura 40. Marquise transformada em sacada (Autores, 2018).....	57
Figura 41. Marquises revestidas com mármore (Autores, 2018).....	57
Figura 42. Marquises revestidas com mármore (Autores, 2018).....	58
Figura 43. Câmera apoiada na marquise (Autores, 2018)	58
Figura 44. Coifa sobre a marquise (Autores, 2018).....	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Relação de marquises e endereços (Autores, 2018).....	43
Quadro 2. Ficha de inspeção (Autores, 2018).....	44
Quadro 3. Ocorrência e porcentagem das manifestações patológicas (Autores, 2018)	60
Quadro 4. Estado de conservação aparente (Autores, 2018)	63

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Porcentagem de manifestações patológicas (Autores, 2018)	60
---	----

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	I
FOLHA DE APROVAÇÃO	II
RESUMO	III
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	IV
LISTA DE QUADROS	VI
SUMÁRIO	VIII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. PROBLEMA DE PESQUISA	2
1.2. OBJETIVOS	3
1.2.1. Objetivo Geral	3
1.2.2. Objetivos Específicos	3
1.3. HIPÓTESE	3
1.4. JUSTIFICATIVAS	4
1.4.1. Tecnológicas	4
1.4.2. Econômicas	4
1.4.3. Sociais	6
1.4.4. Ecológicas	8
1.5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	8
1.6. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1. MARQUISES	10
2.1.1. Função das marquises	10
2.1.1.1. Marquise com laje simples em balanço	11
2.1.1.2. Marquise composta por laje e viga	15
2.1.1.3. Marquise com laje em balanço sobre parede	17
2.1.2. Estado de conservação	18
2.1.3. Intervenções inadequadas	19
2.1.4. Acidentes	20
2.2. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	25

2.2.1.	Definições	25
2.2.2.	Causas	25
2.2.2.1.	Causas intrínsecas	26
2.2.2.2.	Causas extrínsecas	27
2.2.3.	Origem das manifestações patológicas do concreto armado	27
2.2.3.1.	Manifestações patológicas geradas na etapa de concepção da estrutura.....	27
2.2.3.1.1.	Patologias Geradas na Etapa de Execução da Estrutura	28
2.2.3.1.2.	Patologias Geradas na Etapa de Utilização da Estrutura	29
		30
2.2.4.	Caracterização das manifestações patológicas	31
2.2.4.1.	Infiltrações	31
2.2.4.2.	Degradação do concreto e eflorescências	33
2.2.4.3.	Corrosão de armadura.....	33
2.2.4.4.	Fissuras	36
2.2.4.5.	Bolor	37
2.2.4.6.	Sobrecarga	37
2.2.5.	Classificação das anomalias	39
2.3.	VIDA ÚTIL	40
3.	ESTUDO DE CASO	43
4.	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	46
4.1.	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	46
4.1.1.	Fungos e bolor	46
4.1.2.	Eflorescências	47
4.1.3.	Infiltração.....	48
4.1.4.	Deterioração da pintura.....	49
4.1.5.	Corrosão.....	51
4.1.5.1.	Indícios (fissuras).....	51
4.1.5.2.	Desplacamento.....	52

4.1.5.3. Armadura exposta.....	54
4.2. POSSÍVEL USO INADEQUADO.....	54
4.2.1. Condensador de ar	54
4.2.2. Letreiros.....	55
4.2.3. Modificação para sacada.....	56
4.2.4. Material decorativo.....	57
4.2.5. Câmera.....	58
4.2.6. Coifa	59
4.3. PERCENTUAL DAS MANIFESTAÇÕES E TIPOS DE USO INADEQUADO.....	60
4.4. ESTADO DE CONSERVAÇÃO APARENTE	63
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	64
5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
5.2. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	65
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
7. ANEXOS.....	71
7.1. FICHA DE ANÁLISE DAS MARQUISES.....	71

1. INTRODUÇÃO

O avanço do concreto armado no Brasil tornou possível a execução de edificações mais arrojadas e altas, dando início ao processo de verticalização brasileira. Até o início do século passado as construções tinham de dois a quatro ou no máximo cinco pavimentos. As estruturas eram autoportantes, caracterizadas por paredes largas de pedra com argamassa de cal e óleo de baleia. (SANTOS,2006)

A preocupação do risco de quedas de objetos destas novas edificações fez com que fossem construídos elementos de proteção. Desta forma, deu-se início à construção das marquises, que posteriormente vieram a trazer outras preocupações. (RIZZO, 2007)

Mesmos sendo parte integrante da edificação, a característica de se projetar para fora faz com que a segurança das marquises seja uma preocupação importante. Na maioria das vezes, as edificações não têm passado por programas de inspeção ou manutenção, no seu todo, ou mesmo em suas partes componentes. A importância do estudo do comportamento destas estruturas se deve, ao fato de que o risco de ruínas nestes elementos não é apenas uma preocupação para ocupantes das edificações, mas também da população que transita nos logradouros públicos. (RIZZO, 2007)

Segundo Cunha *et al.* (1996), ao longo dos anos a construção destes elementos provoca em alguns locais, imposições da administração pública, desde sua obrigatoriedade até limitações de uso. Inicialmente, a composição arquitetônica ou necessidade de proteção, incentivos à construção de marquises e, posteriormente, a ocorrência de acidentes causou a proibição de uso.

Existe a preocupação com edificações antigas devido a ação do ambiente em que se encontra o elemento ao longo de períodos consideráveis de tempo. Constantemente, os materiais e técnicas empregados não atendem às exigências normativas atuais, principalmente no que diz respeito a sua

durabilidade. Sendo possível encontrar marquises com concreto de elevada porosidade, baixa resistência, e com profundidade de carbonatação considerável, estando as armaduras sob processo de corrosão dentro desta profundidade e cobrimentos inadequados pioram ainda mais a situação descrita. (FUSCO, 2008)

Cunha *et al.* (1996) ressalta que projetar uma estrutura implica em garantir a segurança, a funcionalidade e a durabilidade da mesma, sendo todos os termos prioritários. Uma breve análise das condições de marquises em diversos locais leva a concluir que muitas vezes estes elementos estruturais não foram bem projetados ou bem planejados. Acidentes conhecidos reforçam ainda mais esta afirmação.

No caso das marquises o fato toma uma maior proporção, onde se tem vários casos de acidentes, muitos com vítimas fatais. Deste modo, ainda que se tenha eficiência em projetos e execução, a fase de utilização pode comprometer este elemento.

Para as marquises, em alguns casos são feitas apenas intervenções, que podem ser mais vistas como "maquiagens", isto após alguma deterioração de partes visíveis para vias públicas ou comércio. Neste trabalho apresentar-se-á um quantitativo das manifestações patológicas, estado de conservação e possíveis manutenções dos imóveis vistoriados, o qual foi elaborado através da ficha inspeção visual nas marquises existentes e das suas possíveis manifestações patológicas encontradas e nela consta características do imóvel, tais como: endereço, manutenções, estado de conservação aparente e as manifestações patológicas (causas e efeito).

1.1. PROBLEMA DE PESQUISA

Qual o estado de conservação aparente e condição de uso das marquises na Rua das Flores em Curitiba?

1.2. OBJETIVOS

Neste item apresentam-se os objetivos gerais e específicos da presente pesquisa.

1.2.1. Objetivo Geral

Verificar o uso e o estado de conservação aparente de marquises na região na “Rua das Flores” em Curitiba - PR.

1.2.2. Objetivos Específicos

Com a finalidade de estudar e avaliar marquises de concreto armado são definidos como objetivos específicos deste trabalho:

- Identificar os possíveis efeitos das manifestações mais observadas no estudo;
- Estimar o grau de deterioração das marquises para avaliação;
- Relacionar o tipo de manifestação patológica e sua frequência nas estruturas em estudo.

1.3. HIPÓTESE

Mesmo no século XXI marquises ainda caem e fazem vítimas fatais. No ano de 2015 foram registrados quinze casos de marquises que desabaram e levando a morte três pessoas. Em 2016, no prazo de janeiro e julho, ocorreram nove desabamentos de marquises construídas em concreto armado, causando cinco mortes e deixando três pessoas feridas. Vale ressaltar que as quedas de marquises acontecem em todos os estados, mas o estado com maiores números de desabamentos foi o Rio Grande do Sul e tem como principal causa a sobrecarga na estrutura. (CREA-RS)

Segundo Medeiros e Grochoski (2007), as principais causas que levam as marquises ao colapso estão relacionadas às seguintes possibilidades: deficiências de projeto, mau posicionamento das armaduras, corrosão de armaduras, sobrecarga e escoramento incorreto.

Sendo assim supõe-se que a grande maioria das marquises situadas na região central de Curitiba estão com o uso inadequado e com necessidade de manutenção.

1.4. JUSTIFICATIVAS

Neste item estão apresentadas as justificativas tecnológicas, econômicas, sociais e ecológicas para a realização desta pesquisa.

1.4.1. Tecnológicas

O presente trabalho irá demonstrar de forma porcentual os principais problemas encontrados em marquises, através da análise de uma ficha de verificação. Esta servirá como alerta para a manutenção e prevenção de acidentes.

Também será possível através dessa pesquisa atestar procedimentos de inspeção rotineiros para marquises, bem como previsão de vida útil para as mesmas.

1.4.2. Econômicas

As características da manutenção estão associadas à recuperação e conservação dos edifícios, não sendo a execução de reformas, a modificação de sistemas devido à concepção ou execução inadequada do empreendimento e a alteração de uso seus objetivos fundamentais. Com isso, a manutenção deve ter início na etapa de projeto das edificações, onde são estabelecidos os procedimentos

necessários à sua conservação e recuperação, bem como a capacidade de manutenibilidade. (PUJADAS, 2007)

Helene (1997) afirma que as correções serão mais duráveis, mais efetivas, mais fáceis de executar e muito mais baratas quanto mais cedo forem executadas. A demonstração mais expressiva dessa afirmação é a chamada “Lei de Sitter”, que mostra os custos crescendo segundo uma progressão geométrica. Por outro lado, se elementos deficientes geradores de manutenção e as intervenções preventivas necessárias ao longo da vida útil da edificação forem antevistos na etapa de projeto, os custos com manutenção podem ser minimizados, conforme demonstra a “Lei de Sitter”, ilustrada na Figura 1, que interpreta a evolução dos custos de manutenção de forma progressiva. Segundo essa lei, os custos devidos a intervenções tardias em estruturas ascendem em projeção geométrica de razão 5 (cinco) em relação aos custos com medidas preventiva adotadas na etapa de projeto. (HELENE *apud* CAVALLI; DOTAF, 2008)

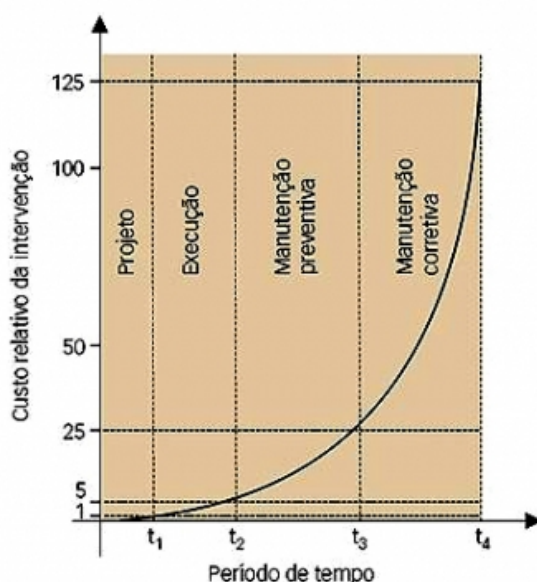


Figura 1. Lei de Sitter (PAULO HELENE, 1992)

Uma interpretação dada por Paulo Helene (1992) para cada um desses períodos é a seguinte:

Projeto: toda melhoria de para aumentar a proteção e a durabilidade da estrutura, como por exemplo, aumento do cobrimento da armadura, redução da relação água/cimento do concreto, especificação de tratamentos protetores superficiais, escolha de detalhes construtivos adequados, especificação do cimento, aditivos e adições, com características especiais, implica em um custo que pode ser associado ao número 1.

Execução: toda ou qualquer mudança não planejada em projeto que implica em um custo 5 vezes superior ao custo que teria sido acarretado se esta medida tivesse sido tomada na elaboração do projeto.

Manutenção preventiva: toda medida tomada com antecedência e previsão, durante o período de uso e manutenção da estrutura, pode ser associado a um custo cinco vezes menor que aquele necessário a correção dos problemas gerados a partir de uma não intervenção preventiva tomada com antecedência a manifestação explícita de patologias. Aos mesmo tempo estará associado a um custo 25 vezes maior superior aquele que teria acarretado uma decisão de projeto para obtenção do mesmo grau de proteção e durabilidade da estrutura.

Manutenção corretiva: corresponde ao trabalho de diagnóstico, prognóstico e reparo, das estruturas que já apresentam manifestações patológicas, ou seja, correção de problemas evidentes. As estas atividades podem-se associar um custo de 125 vezes superior ao das medidas que poderiam ter sido tomadas a nível de projeto e que implicariam em um mesmo grau de proteção e durabilidade que se estime da obra a partir da correção.

1.4.3. Sociais

Conforme mostra a Figura 2, segundo Medeiros e Grochoski (2007). Onde as mesmas causaram mortes e prejuízos materiais. A negligência na manutenção ou uso inadequado das marquises podem provocar impactos sociais consideráveis.

Edificação	Ano do acidente	Idade da edificação	Vítimas	Tipo estrutural	Agentes Causadores	Comprimento do balanço
Ed. Mercúrio (RJ) [4]	1990	Não declarado	1 morto	Laje sobre viga engastada	Corrosão de armadura agravada por cobrimento insuficiente	Não declarado
Ed. Terminus (RJ) [4]	1992	Não declarado	1 morto e 2 feridos	Laje sobre viga engastada	Corrosão de armaduras Sobrecarga devido a sucessivas camadas de impermeabilização, superpostas	3 m
Restaurante da Tijuca (RJ) [5]	1992	37 anos	nenhuma	Laje sobre viga engastada	Dimensionamento incorreto Corrosão de armaduras	1 m
Prédio do BANDERN (RN)* [6]	1993	> 50 anos	nenhuma	Laje engastada em parede de alvenaria maciça	Corrosão de armaduras	Não declarado
Ed. Tavares (RJ) [4]	1995	Não declarado	1 ferido	Laje engastada	Excesso de água por falta de drenagem Sobrecarga de letreiro apoiado sobre a marquise	2 m
Hospital Municipal Barata Ribeiro (RJ) [7]	1996	48 anos	nenhuma	Laje engastada	Mal posicionamento da armadura negativa Sobrecarga por sucessivas camadas sobrepostas de sistemas de impermeabilização Excesso de água por falta de drenagem	2,40 m
Hotel Palace (BA) [3] [8]	2000	66 anos	1 morto e 2 feridos	Não declarado	Corrosão de armaduras Excesso de água não drenada	Não declarado
Ed. M. D'Almeida [9-13]	2001	Não declarado	1 morto e 7 feridos	Não declarado	Corrosão de armaduras Excesso de água por falta de drenagem	Não declarado
Ed. Granville [14-16]	2004	24 anos	nenhuma	Laje engastada	Mal posicionamento da armadura negativa	Não declarado
Anfiteatro do Centro de Ciências Sociais Aplicadas (CESA) da UEL (PR) [17 23;24]	2006	7 anos	2 mortos e 21 feridos	Laje sobre viga engastada	Excesso de água não drenada Corrosão de armaduras	5 m
Bar Parada Obrigatória - Vila Isabel (RJ) [25-26]	2006	50 anos	3 mortos e 4 feridos	Não declarado	Corrosão de armaduras	Não declarado
Hotel Canadá	2007	40 anos	2 mortos e 14 feridos	Não declarado	Corrosão de armaduras Sobrecarga	3 m

Figura 2. Levantamento de casos de desabamentos de marquises no Brasil (MEDEIROS E GROCHOSKI, 2007)

Os acidentes podem gerar fatalidades com pessoas além de danos materiais e custos de reconstrução, remetendo a ferimentos e mortes.

Sendo assim, será criado uma ficha de verificação do estado aparente de conservação de marquises, para ajudar a visualizar a necessidade de intervenções, imediatas ou não, evitando futuros acidentes.

A Rua dos Flores é o nome pelo qual ficou conhecido o trecho inicial da Rua XV de Novembro, juntamente com a avenida Luiz Xavier, no centro da cidade de Curitiba, capital do Paraná. Foi a primeira grande via pública exclusiva para pedestres do Brasil, inaugurada em 1972.

O levantamento foi realizado por inspeção visual em vinte e três marquises. Para realizar o mapeamento das marquises elaborou-se uma ficha de verificação. Nela consta características do imóvel, tais como: endereço, manutenções, estado de conservação aparente e as manifestações patológicas (causas e efeito), e possíveis usos inadequados. As inspeções foram praticadas nos dias seis de outubro de dois mil e dezessete, vinte e um de março de dois mil e dezoito e cinco de abril de dois mil e dezoito.

1.6. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

O **Capítulo 1** apresenta o problema de pesquisa e seus objetivos, bem como delinea as principais justificativas para a realização deste estudo e os procedimentos metodológicos a serem adotados.

O **Capítulo 2** apresenta a revisão bibliográfica e discorre sobre marquises, acidentes e manifestações patológicas.

O **Capítulo 3** trata sobre o estudo de campo empregado neste trabalho, apresentando a “Rua das Flores” e a ficha de inspeção da marquise.

O **Capítulo 4** apresenta a análise dos resultados deste estudo com base nas vistorias realizadas.

O **Capítulo 5** apresenta as considerações finais acerca da pesquisa e as recomendações para trabalhos futuros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. MARQUISES

A Prefeitura Municipal de Curitiba possui o decreto N° 212/2007 o qual define parâmetros para a existência de marquises:

“O edifício situado no alinhamento predial poderá ser dotado de marquise sobre o passeio, a qual deverá ser em balanço, possuir extensão máxima de 2,00m, distar no mínimo de 0,50m em relação ao meio fio, possuir altura livre de no mínimo 2,80m, não causar interferência na iluminação e arborização da via pública e as águas pluviais deverão escoar para o interior do lote. O edifício situado no alinhamento predial poderá conter balanços sobre o passeio, desde que não ultrapasse 1,20 m e a distância ao meio fio não seja inferior a 0,50m, devendo a altura livre do passeio ao limite inferior do balanço ser igual ou superior a 2,80m”.

2.1.1. Função das marquises

Marquises são, segundo Bastos (2006), estruturas em balanço formadas por vigas e lajes ou por apenas uma laje. As quais, geralmente, são projetadas com a função arquitetônica de cobertura e proteção de “halls” de entrada das construções.

Outra definição de marquise, dada por Jordy (2002), é de um elemento constitutivo das fachadas das edificações. É parte integrante do prédio ao mesmo tempo em que se projeta sobre o logradouro público. Sendo caracterizadas normalmente por balanços engastados no plano da fachada.

Para Medeiros e Grochoski (2007) a marquise, por ser ligada com a estrutura principal apenas pela região de engaste, a torna um elemento que merece atenção especial, no projeto, na execução e na conservação desta ao longo do tempo.

O concreto armado viabiliza a execução de estruturas com caráter de ruptura dúctil (ruptura lenta). Os autores salientam que apesar de o concreto ser

um material frágil (ruptura rápida/repentina) a união do concreto com o aço, que é um material dúctil, resulta em um conjunto com comportamento intermediário. Assim sendo, o concreto armado suporta deformações consideráveis a ponto de produzir um quadro de fissuras evidentes antes de chegar ao colapso. Por causa dessa característica diz-se que o concreto armado “avisa” que vai ruir. MEDEIROS e GROCHOSKI (2007)

A marquise é uma exceção a regra citada, essa tende a sofrer ruptura brusca, tipo frágil, sem “aviso” de ruína e, por isso os elaboradores ressaltam que a marquise “precisa ser perfeita no seu projeto, na sua execução e na sua utilização. Além disso, um programa de manutenção preventiva é de extrema importância para qualquer estrutura de concreto armado e no caso das marquises muito mais”. MEDEIROS e GROCHOSKI (2007)

Bastos (2006) pondera que estrutura da marquise a ser projetada, depende principalmente do vão do balanço e da carga aplicada. Sendo que o tipo mais usual utilizado na construção civil é a marquise formada por lajes simples em balanço.

Nas estruturas de marquises é possível encontrar algumas formas de estruturação das mesmas, sendo essas definidas como: (BASTOS, 2006)

2.1.1.1. Marquise com laje simples em balanço

Essas são indicadas para balanços de até no máximo 1,80m, tendo em geral o engaste com a laje interna. Essas estruturas possuem esquema estático com uma das extremidades engastada e livre na outra, como mostra a Figura 4. A armadura principal é a negativa e transversal, dispensando-se a colocação de armadura positiva. (CARMO, 2009)

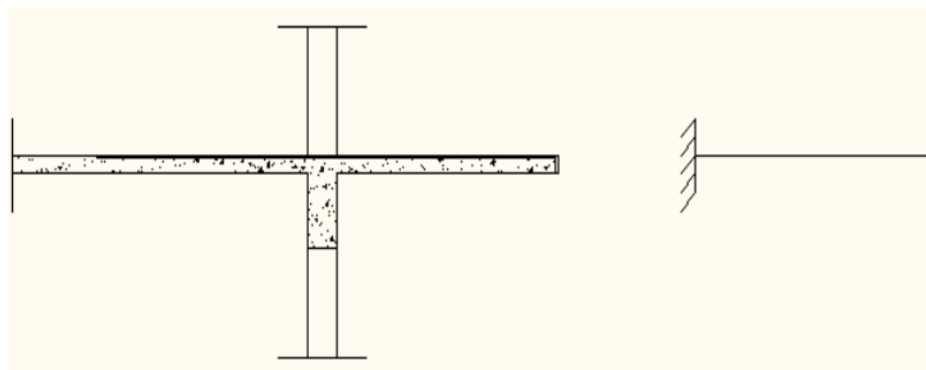


Figura 4. Marquise com laje simples em balanço (ROCHA *apud* BASTOS, 2006)

Marquises engastadas na laje interna apresentam como distinção a presença de continuidade, o que traz a necessidade de conhecer o ponto de interrupção da armadura negativa na laje interna. No caso da laje interna ser armada em uma direção, delimita-se uma faixa de um metro e calcula-se os esforços solicitantes das duas lajes, como ilustrado na Figura 5, sendo desse modo identificado a posição do momento nulo e conseqüentemente o comprimento da armadura negativa. (SINHORELLI, 2016)

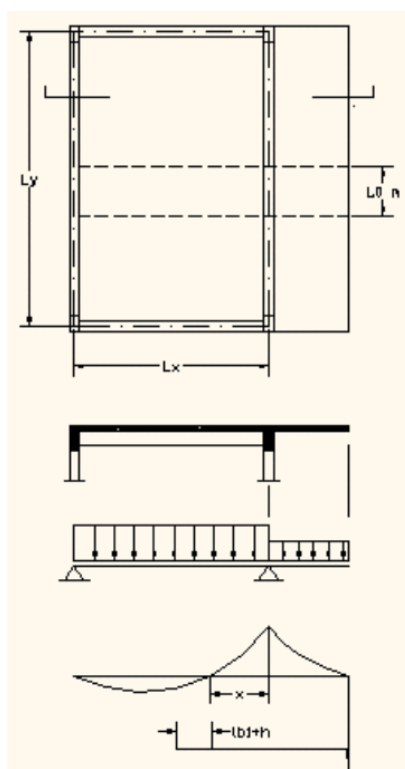


Figura 5. Laje armada em uma direção (ROCHA *apud* BASTOS)

Quando a laje interna é armada em duas direções, Figuras 6, a laje da marquise é calculada como uma viga em balanço e assim dimensionada.

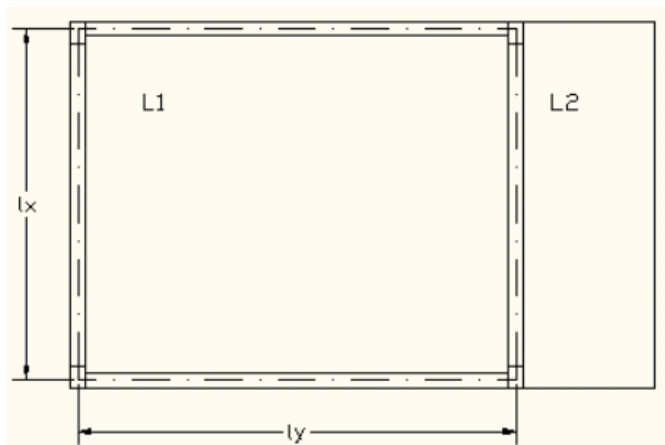


Figura 6. Laje armada em duas direções (ROCHA *apud* BASTOS, 2006)

A laje interna em cruz deve ser calculada para a carga uniformemente distribuída, conforme Figura 7, combinada com um momento fletor (solicitado pela laje da marquise) aplicado de forma uniforme ao longo da borda de ligação laje e marquise.

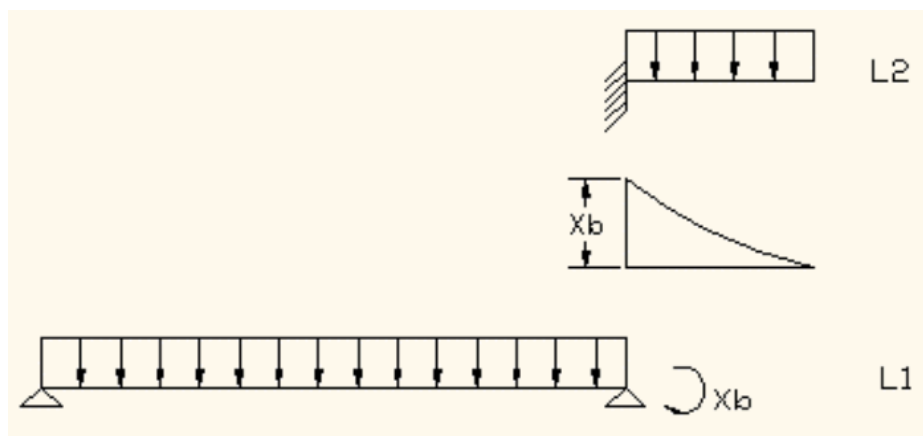


Figura 7. Laje armada em duas direções (ROCHA *apud* BASTOS, 2006)

Quando é preciso diminuir o peso próprio da estrutura, para balanços maiores, Rocha *apud* Bastos (2006) afirma que se diminui a espessura da laje em

direção à extremidade do balanço, conforme Figura 8, (para efeito do cálculo do peso próprio adota-se uma espessura média).

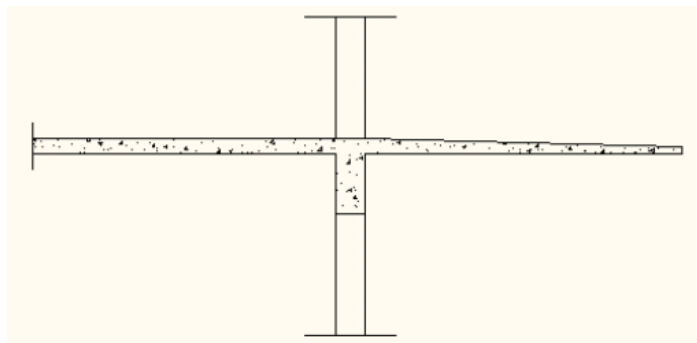


Figura 8. Laje com extremidade reduzida (ROCHA *apud* BASTOS, 2006)

Algumas lajes em balanço podem não ser contínuas com as lajes internas, ou ainda podem não existir laje na parte interna, sendo assim é preciso engastar a laje na viga, conforme Figura 9.

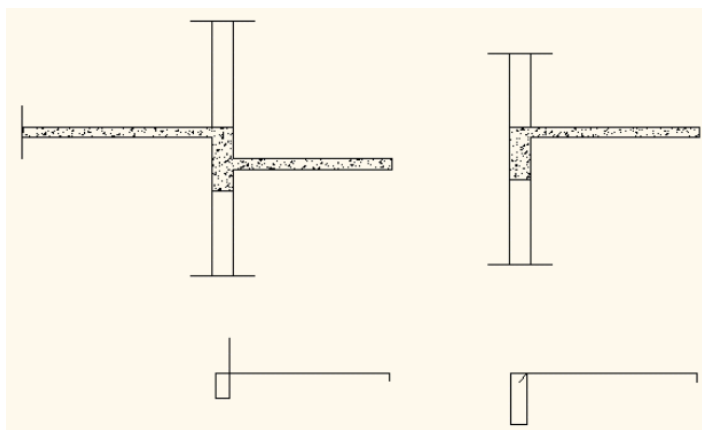


Figura 9. Laje engastada na viga (ROCHA *apud* BASTOS, 2006)

No caso da laje em balanço engastada na viga, o momento fletor que solicita a laje em balanço é momento de torção para a viga, o qual não pode ser desprezado no cálculo da armadura da viga.

2.1.1.2. Marquise composta por laje e viga

Para balanços muito grandes, acima de 1,80m, Oliveira (2002) recomenda que a marquise seja apoiada em vigas, conforme Figura 10, para evitar lajes de grande espessura.

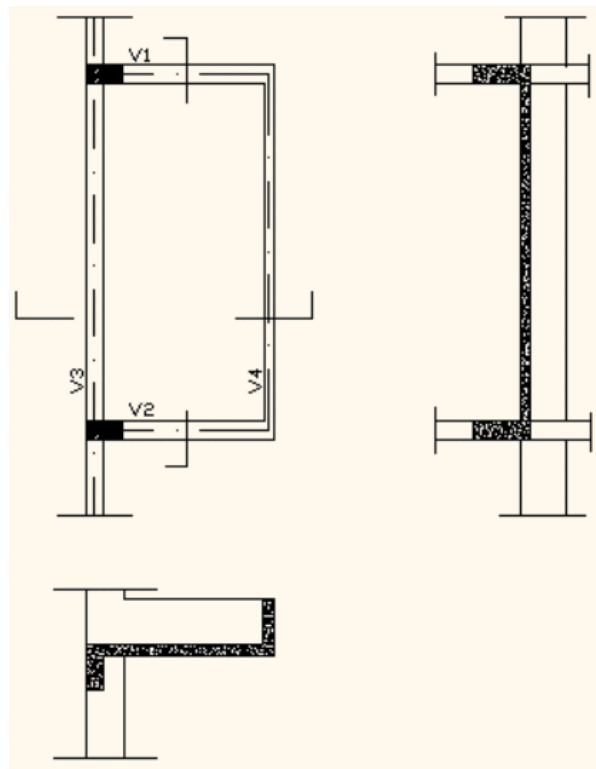


Figura 10. Laje apoiada na viga (BASTOS, 2006)

Quando assim as lajes devem ser dimensionadas com uma borda livre. Marquises com balanços maiores podem necessitar de outras vigas, longitudinais e transversais, como na Figura 11.

Pode-se observar que as vigas V6 e V7 da Figura 11 estão apoiadas sobre as vigas V1 a V4 e estas estão em balanço, suportando a marquise e transportando as cargas aos pilares. (BASTOS,2006)

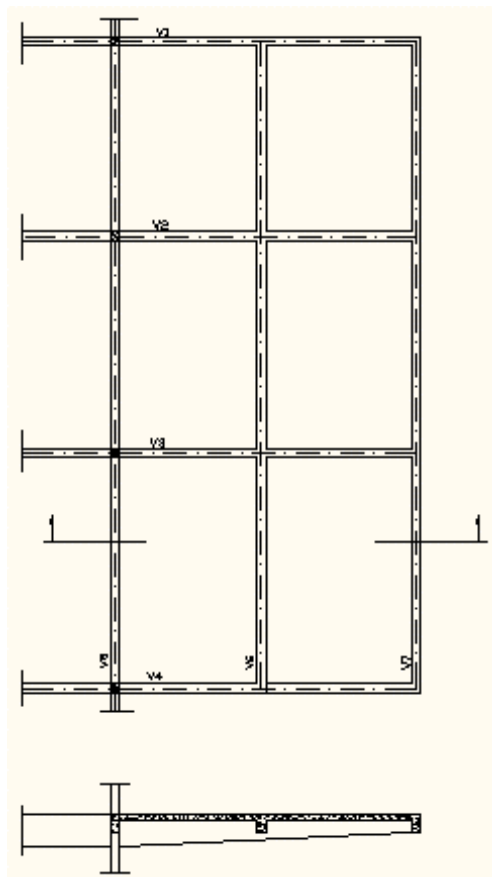


Figura 11. Dimensionamento para laje apoiada na viga (BASTOS, 2006)

Rocha (1987) mostra, na Figura 12, que para marquises com lajes apoiadas em vigas engastadas em pilares, o momento fletor que solicita a viga, solicita também o pilar. Pilares de um lance com a base engastada têm um momento fletor constante ao longo da sua altura e igual ao momento negativo da viga.

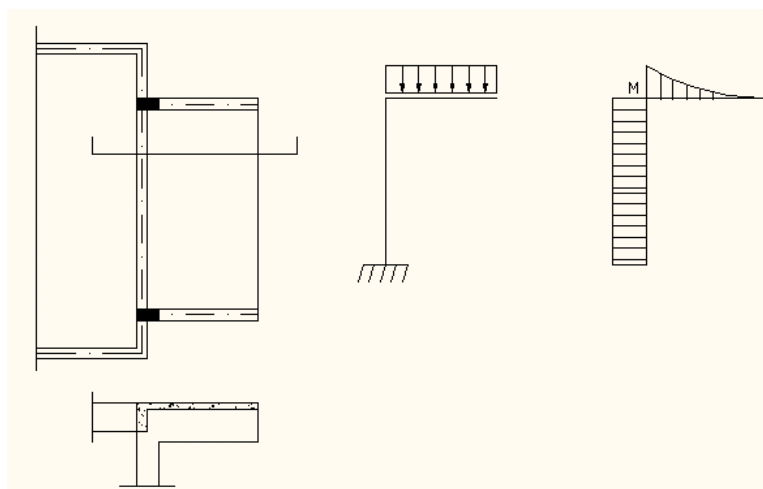


Figura 12. Momento na laje apoiada em viga (ROCHA, 1987)

2.1.1.3. Marquise com laje em balanço sobre parede

No caso de marquises com a laje em balanço apoiada na parede, a laje é fortemente solicitada, principalmente na região do canto do apoio, sendo ambos os momentos principais negativos, os quais exigem uma armadura superior. (SINHORELLI, 2016)

Para dispensar a verificação à punção, Franz *apud* Leonhardt (1984), propõe que a altura da laje no canto seja determinada de tal modo que possa absorver um momento duas vezes maior que o momento calculado (M_0).

Os autores afirmam que a armadura é disposta paralelamente aos bordos e dimensionada para o momento M_0 , sendo essa duplicada em uma faixa em torno do canto, com largura igual a metade do comprimento. Essa armadura deve ser disposta em ambas as direções. (SINHORELLI, 2016)

Para lajes em balanço ao ar livre, os bordos devem ser armados longitudinalmente, em cima e embaixo, em uma faixa com largura de três vezes a espessura (H) da viga, com barras pouco espaçadas e protegidas, conforme a Figura 13.

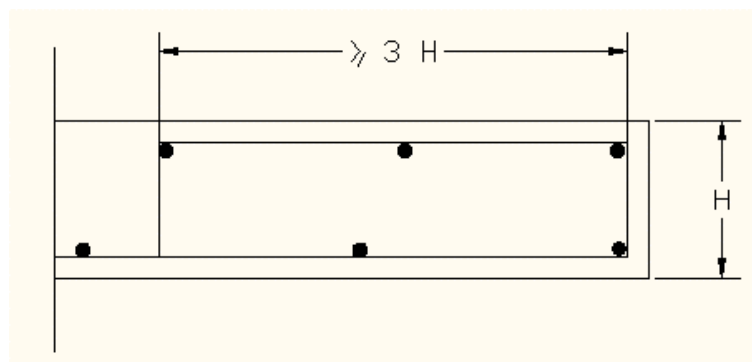


Figura 13. Armação para laje em balanço (FRANZ *apud* LEONHARDT, 1984)

Deve-se compensar flechas grandes no vértice, dando-se uma contra flecha na fôrma, a partir de uma distância com o dobro do comprimento até o vértice. (BASTOS,2006)

2.1.2. Estado de conservação

A presença de marquises em edificações de todos os estilos e padrões é muito comum. Pode-se observar que uma quantidade significativa das construções, principalmente as situadas nos centros históricos, com idade avançada, algumas até mesmo foram construídas no século passado. (CARMO, 2009)

Na porção central de Curitiba, onde foi realizado o levantamento, há grande concentração de imóveis antigos comerciais com presença de marquises. (CARMO, 2009)

Em Curitiba, o regulamento para a construção, fiscalização e manutenção corretas das marquises é monitorado pela Comissão de Segurança de Edifícios e Imóveis (Cosedi), da Secretaria de Urbanismo da Prefeitura.

O estado de conservação pode ser classificado, de acordo com a Norma de Inspeção Predial Ibape – SP como: crítico, regular ou satisfatório.

- Crítico: quando o empreendimento contém anomalias classificadas com grau de urgência crítico, sem condições de uso.
- Regular: quando o empreendimento contém anomalias classificadas com grau de urgência regular, sujeito a reparos.
- Satisfatório: quando o empreendimento não contém anomalias significativas, situação normal.

Essa classificação deve ser embasada na consideração do grau de risco, sua intensidade de manifestações patológicas, bem como nível de aprofundamento da inspeção realizada. (FILHO *apud* CARMO, 2009)

2.1.3. Intervenções inadequadas

Medeiros e Grochoski (2007) alertam sobre o escoramento de marquises, salientando que é imprescindível saber como uma marquise é armada e quais os esforços atuantes na mesma. “O escoramento isolado da ponta de uma marquise promove uma mudança no comportamento estrutural da peça que, neste caso, passaria a trabalhar como uma estrutura engastada em uma extremidade e apoiada na outra”.

Os autores lembram que essa mudança de comportamento pode levar a mudanças consideráveis nos diagramas de esforços solicitantes na marquise, como mostram as Figuras 14 e 15.

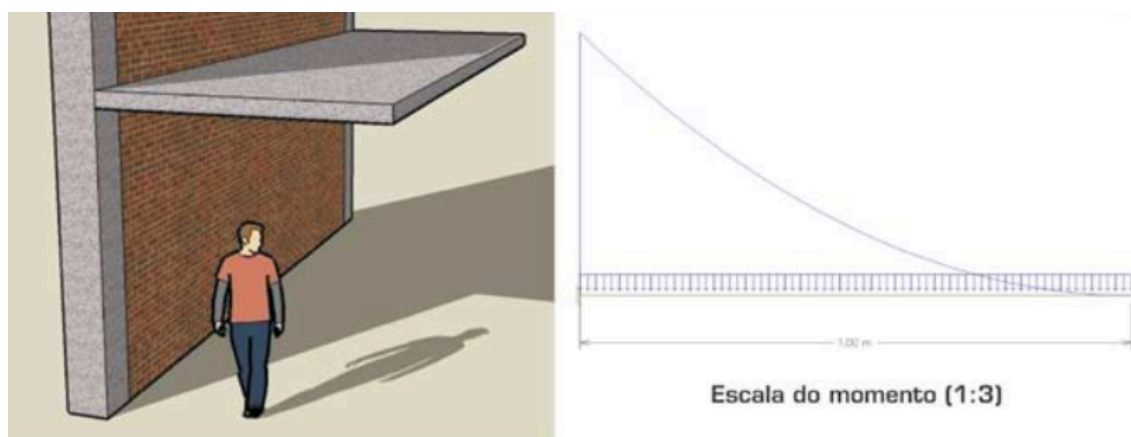


Figura 14. Marquise sem escoramento (MEDEIROS e GROCHOSKI, 2007)

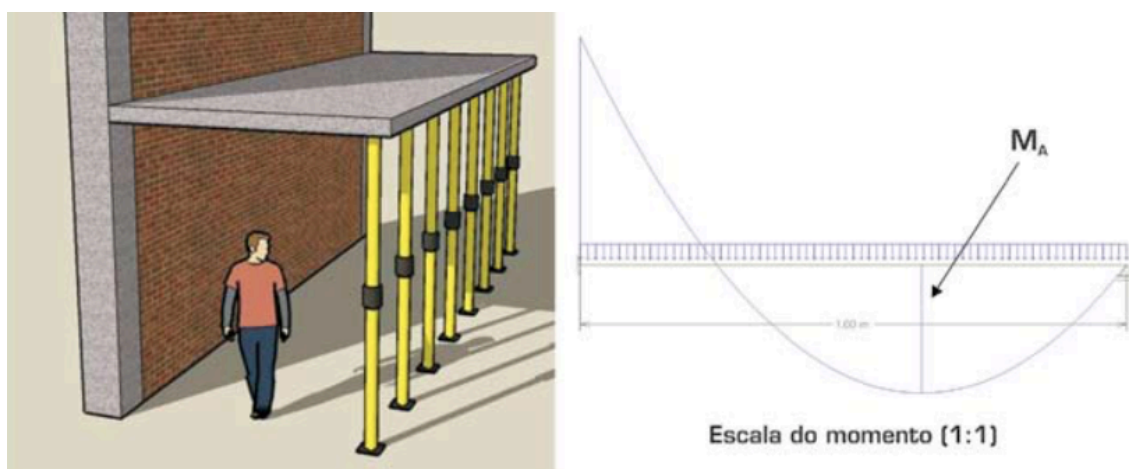


Figura 15. Marquise com escoramento único na extremidade (MEDEIROS e GROCHOSKI, 2007)

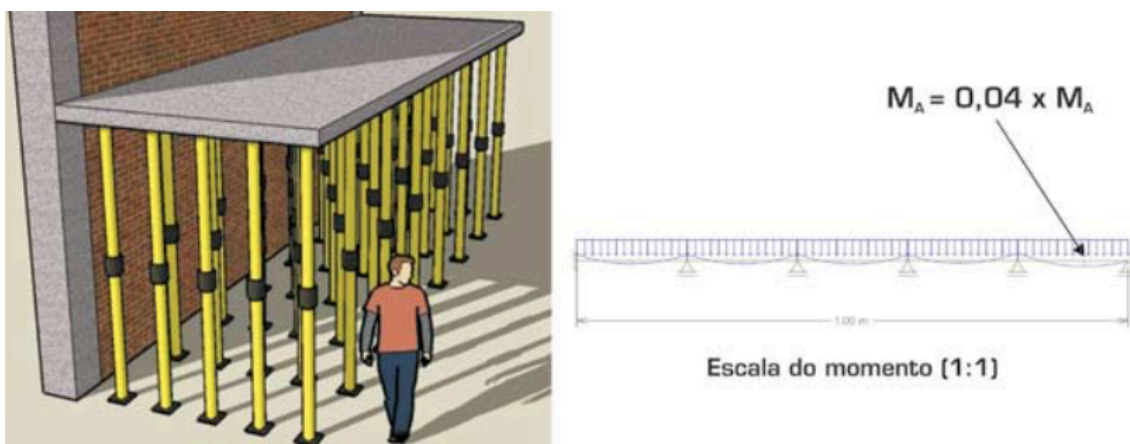


Figura 16. Marquise com escoramento ao longo de sua extensão (MEDEIROS e GROCHOSKI, 2007)

Assim sendo quando não existem cálculos e/ou verificações que provem o contrário, a forma mais correta de se realizar o escoramento de uma marquise é colocar apoios ao longo de toda a sua extensão com escoras desde sua extremidade até o engaste, conforme Figura 16. (MEDEIROS, 2007)

2.1.4. Acidentes

Centenas de acidentes já ocorreram devido a queda de marquises, principalmente em edificações com mais de 20 anos, com o agravante da total falta de atenção para com a manutenção. (MEDEIROS, 2007)

Segundo Grochoski e Medeiros (2007) *apud* Oliveira (2013), normalmente, a causa do colapso de uma marquise não é oriunda de apenas um agente causador, mas sim de um conjunto de ações que dão origem ao problema e dentre estas ações uma se torna predominante.

Em Londrina (Paraná) no dia 12 de fevereiro de 2006, Schenkel reportou para Gazeta do Povo, que uma marquise do anfiteatro do centro de estudos sociais aplicados, na Universidade Estadual de Londrina (UEL), desabou, conforme Figura 17, matando dois estudantes e ferindo outros vinte. Na hora do acidente, mais de quatro mil estudantes estavam no local.



Figura 17. Marquise desabou em Londrina (GAZETA DO POVO, 2006)

Ainda no estado do Paraná na cidade de Maringá, De Maria relatou para a Gazeta do Povo em outubro de 2008, uma marquise de cobertura da ultima sacada desabou do Edifício Dom Gerônimo.

Como a marquise que desabou era do último pavimento, a mesma fez um "efeito dominó" nas sacadas abaixo, o que gerou a queda das lajes dos andares abaixo, como é possível observar na Figura 18.



Figura 18. Marquise desabou em Maringá (GAZETA DO POVO, 2008)

Outro desabamento de marquise ocorreu na tarde do dia 25 de abril de 2016 em uma casa que funcionava como loja de tintas, esta desabou sobre duas pessoas, Figura 19, no centro da cidade de São Leopoldo, região metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. (JORNAL NH, 2016)



Figura 19. Marquise desabou em São Leopoldo (JORNAL NH, 2016)

Ainda no ano de 2016, foi relatado mais um acidente envolvendo marquises, desta vez o ocorrido levou uma pessoa a óbito. De acordo com o jornal GauchaZH a marquise do primeiro andar de um prédio caiu, como é possível observar na Figura 20, na cidade de Porto Alegre, no Rio Grande do Sul, no dia 21 de julho de 2016.

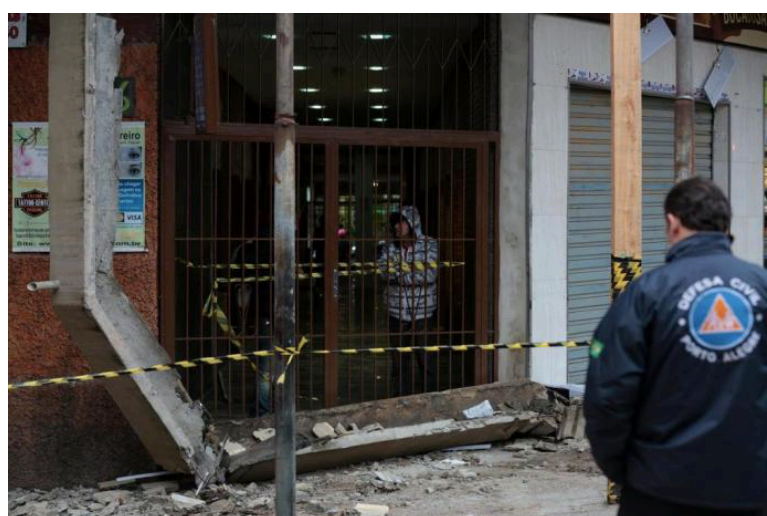


Figura 20. Marquise desabou no centro de Porto Alegre (GAUCHAZH, 2016)

O Jornal O Globo informou que na noite do dia 26 de julho de 2012 houve o desabamento de uma marquise na Tijuca, zona norte do Rio de Janeiro, é possível ver parte do desastre na Figura 21.

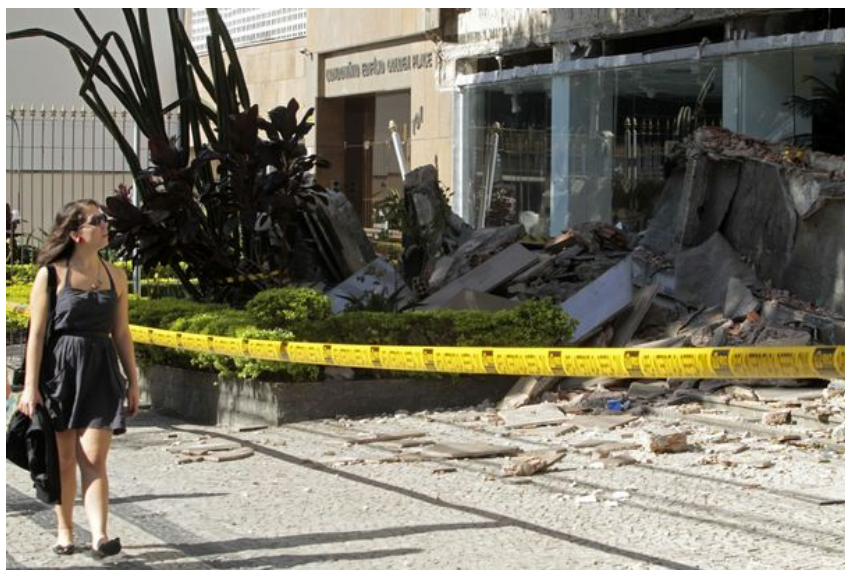


Figura 21. Marquise desaba no Rio de Janeiro (O GLOBO, 2012)

Também no Rio de Janeiro, desta vez em Madureira, o portal de notícias R7 noticiou no dia 18 de janeiro de 2016 o desabamento de uma marquise, ilustrado na Figura 22, o fato causou a morte de uma pessoa e deixou outra ferida.



Figura 22. Marquise desabou por falta de manutenção (R7, 2016)

Em fevereiro de 2007 caiu da marquise do Grande Hotel Canadá em Copacabana, zona sul do Rio de Janeiro, como mostra a Figura 23. Segundo Rangel e Nogueira, para o jornal Folha de São Paulo, no acidente duas mulheres morreram soterradas e seis pessoas ficaram feridas.



Figura 23. Marquise desabou no Grande Hotel Canadá (FOLHA DE SÃO PAULO, 2007)

2.2. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

2.2.1. Definições

As manifestações patológicas das estruturas é uma área da engenharia que cada vez mais ganha espaço e sua devida importância de prorrogar a vida útil das estruturas por motivos ambientais e econômicos (CARMO,2009). Lima (2013) define como o campo da engenharia que se ocupa do estudo das origens, formas de manifestação, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de degradação das estruturas.

Para Lima (2013) a maioria das manifestações patologias ocorrem por consequência de falhas de execução e pela falta de controle dos materiais empregados na construção. São erros em que a desatenção e o desconhecimento das tecnologias, causadas pelos profissionais envolvidos, acabam aumentando o custo da obra em até cinco vezes.

Afim de obter melhores resultados, os principais pontos são investimento em treinamento e contratação de profissionais especialistas em patologias. Caso contrário, seguiremos com os mesmos problemas em obras, o que não é uma garantia apenas do Brasil. Em países desenvolvidos, como França, Alemanha, Reino Unido e Itália, estudos mostram que quase 50% dos investimentos em construção civil são destinados às obras de recuperação estrutural. Na construção civil brasileira não há dados precisos, mas as manifestações patológicas são igualmente preocupantes. (MEDEIROS, 2008)

2.2.2. Causas

O concreto armado é compreendido por ser um material heterogêneo, composto por: agregados graúdos, agregados miúdos, aglomerantes, água, aço, adições minerais e aditivos. Por causa desses fatores o concreto armado é alvo de

ataques e está sujeito a algumas alterações devido a interações entre seus materiais constituintes, seus aditivos e agentes externos, das mais variadas naturezas e formas (bases, ácidos, sais, gases, vapores, micro-organismos, variações de temperatura, etc.). (LAPA, 2008)

As principais causas de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado, poder ser divididas em:

2.2.2.1. Causas intrínsecas

Souza e Ripper (1998) as caracterizam por terem origem interna (em elementos da própria estrutura), como materiais de má qualidade, falhas humanas e ações externas. Conforme esquema da Figura 24.

CAUSAS INTRÍNSECAS	Falhas humanas durante a construção	Inadequação de escoramento e forma
		Inexistência de controle de qualidade
		Deficiência de concretagem - transporte, lançamento, juntas de concretagem, adensamento e cura
		Deficiência nas armaduras - má interpretação de projeto, insuficiência, mau posicionamento, cobrimento insuficiente, dobramento inadequado, deficiência na ancoragem, deficiência na emenda, má utilização de anticorrosivos
		Utilização incorreta de materiais de construção - Fck inferior ao especificado, aço diferente do especificado, falha em sondagens, utilização de agregados reativos, utilização inadequada de aditivos, dosagem inadequada do concreto
	Causas naturais	Causas próprias à estrutura porosa do concreto
		Causas químicas - reações internas, expansibilidade do cimento, cloretos, ácidos e sais, anidrido carbônico, presença de água, elevação da temperatura interna do concreto
		Causas físicas - variação da temperatura, insolação, vento e água
		Causas biológicas
	Falhas humanas na utilização	Ausência de manutenção

Figura 24. Causas intrínsecas (SOUZA E RIPPER, 1998)

2.2.2.2. Causas extrínsecas

São caracterizadas por Souza e Ripper (1998) por terem origem externa, de fora para dentro do elemento estrutural, ou seja, sem influência do corpo estrutural em si, ao longo de sua vida útil. Conforme esquema na Figura 25.

CAUSAS EXTRÍNSECAS	Falhas humanas durante o projeto - modelização inadequada da estrutura, má avaliação de cargas, detalhamento errado ou insuficiente, inadequação ao ambiente, incorreção na instalação solo-estrutura, incorreção na consideração de juntas de dilatação
	Falha humana durante a utilização - alterações estruturais, sobrecarga exagerada, alteração das condições do terreno de fundação
	Ações mecânicas - choques de veículos, recalque de fundação, acidentes (ações imprevisíveis)
	Ações mecânicas - choques de veículos, recalque de fundação, acidentes (ações imprevisíveis)
	Ações físicas - variação da temperatura, insolação, atuação da água
	Ações químicas
	Ações biológicas

Figura 25. Causas extrínsecas (SOUZA E RIPPER, 1998)

2.2.3. Origem das manifestações patológicas do concreto armado

2.2.3.1. Manifestações patológicas geradas na etapa de concepção da estrutura

Helene (1988) define patologia do concreto armado como a ciência que estuda os sintomas, mecanismos, causas e origens dos problemas patológicos encontrados nas estruturas de concreto armado. O autor lembra que para ocorrência de um dano qualquer, existe a possibilidade de vários fatores serem responsáveis. Estes podem causar apenas incômodo para os usuários, tais como pequenas

infiltrações ou até mesmo grandes problemas que podem levar a estrutura ao colapso.

As manifestações patológicas em estruturas de concreto armado que tenham sido causadas na sua concepção são aquelas que oriundas de falha técnica ou de planejamento falho. (TRINDADE, 2015)

Existe varias falhas possíveis de ocorrer durante a etapa de concepção da estrutura. Elas podem se originar durante o estudo preliminar, ou seja, no lançamento da estrutura, na execução do anteprojeto, ou durante elaboração do projeto de execução, também chamado de projeto final de engenharia.

De maneira geral, as dificuldades técnicas e o custo para solucionar um problema patológico originado de uma falha de projeto são diretamente proporcionais à antiguidade da falha. Uma falha no estudo preliminar, por exemplo, gera um problema cuja solução é muito mais complexa e onerosa do que a de uma falha que venha a ocorrer na fase de anteprojeto. (SOUZA E RIPPER, 2001)

Por outro lado, os autores constataam que as falhas originadas de um estudo preliminar deficiente, ou de anteprojeto equivocados, são responsáveis, principalmente pelo encarecimento do processo de construção ou por transtornos relacionados á utilização da obra, enquanto falhas geradas durante a realização do projeto final de engenharia geralmente são responsáveis pela implantação de problemas patológicos sérios e podem ser tão diversos como:

2.2.3.1.1. Patologias Geradas na Etapa de Execução da Estrutura

O passo seguinte a concepção é a execução propriamente dita da estrutura. Antes dessa é de extrema importância a realização de planejamento, para boa fluência da execução. Para esta etapa, também se deve realizar o cronograma de cada atividade necessária para a execução da estrutura.

Para Carmo (2009) a execução de estruturas de concreto só deve ter início após a conclusão dos projetos arquitetônicos e executivos. O descumprimento desta ordem pode gerar erros na estrutura, principalmente, em marquises.

As falhas na etapa de execução podem surgir por diversos motivos, a maior parte relacionados com a qualidade da mão-de-obra, falta de conhecimento técnico para execução correta dos serviços e no controle na execução dos mesmos. (CREMONINI, 1988)

Souza e Ripper (2001) destacam que um ponto importante para a diminuição das manifestações patológicas na fase de execução das obras é a industrialização, cuja principal contribuição é a redução de riscos e incertezas na construção civil, que implica, diretamente na redução de custos e prazos. Para que essa industrialização ocorra é imperativo que toda obra seja dotada de um atualizado e adequado sistema de controle de qualidade, assim como de controle de produtividade da mão de mão-de-obra, sendo também de fundamental importância a implementação de um programa de incentivos, como forma de evitar o desânimo e a sabotagem.

A ocorrência de manifestações patológicas na fase de execução de obras está relacionada também aos problemas socioeconômicos, que provocam baixa qualidade técnica dos trabalhadores menos qualificados, como os serventes e os meio-oficiais, e mesmo do pessoal com alguma qualificação profissional (engenheiros, mestre de obra e encarregados de obra). (SOUZA E RIPPER, 2001)

2.2.3.1.2. Patologias Geradas na Etapa de Utilização da Estrutura

Quando finalizada a etapa de execução da estrutura, esta é entregue ao usuário, o qual deve-se sempre lembrar que, na maioria das vezes, é leigo, para isso toda estrutura deve conter um “manual de uso e conservação” do empreendimento.

Neste contém os procedimentos adequados para a conservação adequada da estrutura.

Cremonini (1988) alerta que a utilização deve ser entendida além da operação do edifício, a sua manutenção correta. O usuário, por desinformação pode ser o causador dos defeitos, os quais podem ser: operação incorreta de elementos, sobrecarga, utilização não prevista do edifício e falta de manutenção.

De acordo com Souza e Ripper (1998), acabadas as etapas de concepção e de execução, e mesmo quando tais etapas tenham sido de qualidade adequada, as estruturas podem vir a apresentar problemas patológicos originados da utilização errônea ou da falta de um programa de manutenção adequada.

Um aspecto curioso quanto às patologias nas construções tem sido a tentativa de se procurar definir qual a atividade que tem sido responsável, ao longo dos tempos, pela maior quantidade de erros.

FONTE DE PESQUISA	CAUSAS DOS PROBLEMAS PATOLÓGICOS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO			
	Concepção e Projeto	Materiais	Execução	Utilização e Outras
Edward Grunau Paulo Helene (1992)	44	18	28	
D.E.Allen (Canadá) (1979)	55	49		
C.S.T.C (Bélgica) Verçosa (1991)	46	15	22	17
C.E.B. Boletim 157 (1982)	50			10
Faculdade de Engenharia da Fundação Armando Álvares Penteado Verçosa (1991)	18	6	52	24
B.R.E.A.S (Reino Unido) (1972)	58	12	35	11
Bureau Securitas (1972)	88			12
E.N.R (U.S.A.) (1968-1978)	9	6	75	10
S.A.I (Suíça) (1979)	46		44	10
Dov Kaminetzky (1991)	51	40		16
Jean Blévoit (França) (1974)	35		65	
LEMIT (Venezuela) (1965-1975)	19	5	57	19

Figura 26. Análise percentual das causas de manifestações patológicas em estruturas de concreto (SOUZA E RIPPER, 1998)

Os índices percentuais apresentados na Figura 26 nem sempre são concordantes, o que se justifica primeiramente por que os estudos foram realizados em diferentes continentes, e, em segunda instância, porque em

alguns casos as causas são tantas que pode ter sido difícil definir a preponderante.

2.2.4. Caracterização das manifestações patológicas

2.2.4.1. Infiltrações

Cunha (2012) afirma que infiltrações de água é a causa mais comum de degradações das estruturas, a qual pode causar diversas manifestações patológicas e até alterar o desempenho das estruturas de concreto. Precisa-se conhecer o mecanismo de infiltração e suas formas de tratamento, para que se possa tratar uma estrutura de concreto que foi degradada pela presença da água, e então protegê-la contra sua deterioração e comprometimento da vida útil.

O autor ainda afirma que grande parte das infiltrações ocorrem por deficiências no sistema de impermeabilização da estrutura de concreto, ou têm acesso a estrutura por manifestações como fissuras e trincas, e também em razão da própria permeabilidade do concreto por meio dos poros que podem existir no concreto, e que facilitam a penetração de água.

Erros, falta de detalhamento do projeto de impermeabilização e sobrecargas podem causar trincas nas marquises, estes são os principais fatores responsáveis pelas infiltrações. As quais podem provocar a lixiviação e a corrosão das armaduras, além de manchas e bolor no concreto. (GIACOMINI *et al.*, 2015)

Nepomuceno (2005) pontua que a degradação das estruturas de concreto se dá pela penetração de substâncias na forma de gases, vapores e líquidos por meio dos poros e fissuras. A umidade e concentração de substâncias presentes são fatores importantes na interação entre o meio ambiente e o concreto, sendo a velocidade dessa interação um elemento essencial na determinação do período de tempo em que a estrutura manterá suas características mínimas de segurança, funcionalidade e estética estabelecidos na sua vida útil.

Agentes agressivos tem acesso ao interior do concreto se dá por mecanismos de absorção capilar, permeabilidade, difusão, ou ainda por migração iônica no caso da penetração de cloretos. A porosidade do concreto pode influenciar no transporte de água, sendo que quanto maiores forem os poros e maior for a concentração de água, mais fácil e mais rápido será o transporte de água, o qual também é influenciado pela conectividade entre os poros. (SATO e AGOPYAN, 2001)

Para os autores, quando o concreto tem contato com a água, o mecanismo de penetração por capilaridade permanece apenas nas camadas superficiais, que apresentam poros abertos e conectados, a partir da interrupção no escoamento do líquido, o transporte ocorre somente por difusão até que, por adsorção e condensação de vapor difundido, seja formada nova continuidade de líquido.

A umidade é a causa ou o meio necessário para o aparecimento de algumas das manifestações patológicas nas construções. Ela é indispensável para o aparecimento de mofo, eflorescência, ferrugem, perda de pintura, de rebocos e até mesmo a causa de alguns acidentes estruturais. Em infiltrações muitas vezes é difícil encontrar a sua origem, sendo as mesmas difíceis de corrigir.

No que se refere a infiltrações em marquises, o ideal seria fazer uma inspeção detalhada sobre sua estrutura, analisando principalmente, as condições do seu sistema impermeabilizante. Essas origens podem ser devido a chuvas, construção, capilaridades, condensação e vazamentos em redes de água e esgotos. (GIACOMINI *et al.*, 2015)

De acordo com Verçoza (1991) a umidade que surge devido à construção é aquela proveniente da água necessária para o concreto, argamassa, entre outros, já a umidade por capilaridade é aquela que "sobe" do solo, sendo para as mesmas necessários canais capilares, que é o caso de tijolos, concreto, etc. As umidades devido à infiltração de chuvas são as mais comuns. No caso de vazamentos em redes de água, esgotos e pluviais são difíceis de serem encontradas

já que as mesmas estão encobertas pela própria construção. A umidade de condensação é a água que está no meio ambiente e se deposita nas superfícies.

2.2.4.2. Degradação do concreto e eflorescências

A desagregação é a perda de massa de concreto devido a um ataque químico expansivo de produtos inerentes ao concreto e/ou devido à baixa resistência do mesmo, caracterizando-se por agregados soltos ou de fácil remoção. Já a eflorescência é a formação de depósitos salinos na superfície do concreto, resultante da água de infiltrações ou intempéries. Esses sais constituintes podem ser agressivos e causar desagregação profunda, além da modificação do aspecto visual na estrutura, pois há um contraste de cor entre os sais e o substrato sobre os quais se depositam. (GONÇALVES, 2006).

2.2.4.3. Corrosão de armadura

Marcelli (2007) afirma que a corrosão da armadura consiste em um processo eletroquímico, que pode ser aumentada por fatores como: agentes agressivos externos e internos, que foram adicionados ao concreto, ou ainda que foram gerados pelo ambiente. Para a corrosão ocorrer de fato, é preciso da presença dos elementos: presença de oxigênio e umidade, e o estabelecimento de uma célula eletroquímica.

A corrosão das armaduras nas estruturas de concreto armado é o processo de deterioração da fase metálica existente, a qual gera a perda de seção das barras de aço e junto a esta perda de seção formam-se produtos de corrosão de caráter expansivo. Esses produtos se fixam ao longo das armaduras, que vão se acumulando e gerando tensões internas não previstas em projeto as quais acabam fissurando o concreto e consequentemente o lascam e o destacam, deixando a

armadura totalmente exposta aos seus agentes agressores, o que acelera ainda mais o processo corrosivo. (FUSCO, 2008)

Para evitarmos futuros problemas na edificação a elaboração de projetos e estudos de cobrimento das armaduras salientando o tipo de obra, industrial, comercial ou residencial, e fazer uma avaliação criteriosa da região onde será implantada a estrutura, objetivando definir o potencial de agressividade da atmosfera e do solo local. É de esperar que em ambientes secos e com pouca poluição o ataque às armaduras seja menor do que nos locais úmidos e contaminados por gases, ácidos e fuligem (FUSCO, 2008).

Ainda segundo Cascudo (1997), o índice de umidade e a variação de temperatura são outros fatores que devem ser observados, uma vez que somados a qualquer outro elemento agressivo aumentam o potencial de corrosão do aço. A variação de temperatura pode atuar como catalisador, acelerando a corrosão pelo processo químico, porém o efeito preponderante ocorre associado com a umidade, provocando muitas vezes a condensação de água na face do concreto.

A deterioração da armadura é caracterizada pela destruição da película passiva existente ao redor de toda a superfície das barras. A solução aquosa resulta da parcela do excesso da água de amassamento do concreto que não é absorvida pela superfície dos furos e normalmente vai preencher os veios capilares do concreto. (ANDRADE, 1992)

O pH do meio aquoso existente no interior do concreto é bastante alcalino ($\text{pH} > 7$). Sempre que o nível de alcalinidade for superior a nove, estará garantida a criação da já referida película passivadora. (CASCUDO, 1997)

Ainda de acordo com Andrade (1992), a Figura 27 a mostra os mecanismos de desativação, ou seja, de geração de corrosão, por destruição da camada oxidada de revestimento protetor das barras são:

- Corrosão por tensão de fraturamento: armaduras que são submetidos a grandes esforços mecânicos e que, em presença de meio agressivo, podem sofrer fratura frágil na perda de condição para a sua utilização;

- Corrosão por pite, que pode dar por duas formas: localizada (caracterizada pela ação de íons agressivos, sempre que haja umidade e presença de oxigênio) e generalizada (função da redução do pH para valores inferiores a nove, transportado através dos poros e fissuras do concreto sobre o cimento hidratado, carbonatação).

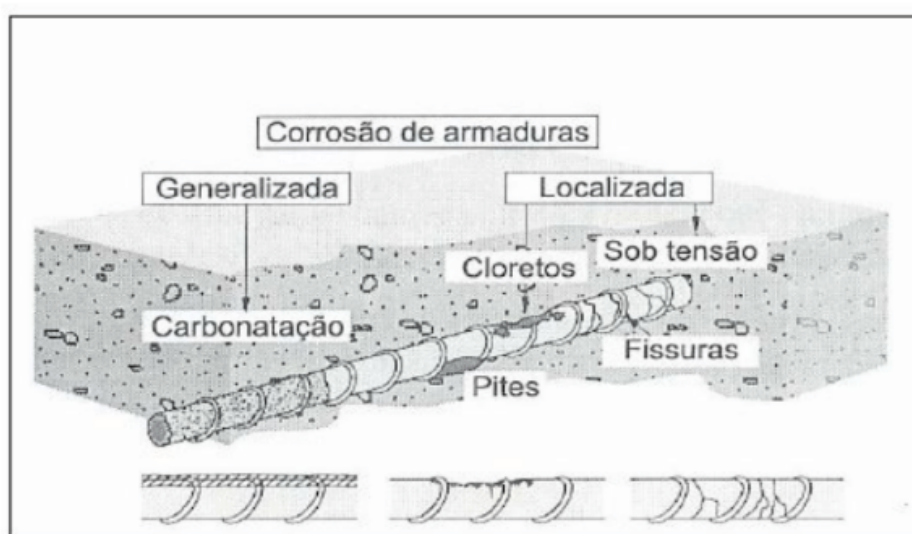


Figura 27. Mecanismo da corrosão (CASCUDO, 1997)

De acordo com Cascudo (1997) a corrosão das armaduras é um processo que avança de sua parte externa para o seu interior, havendo troca de seção de armadura resistente por ferrugem. Este é o primeiro aspecto patológico da corrosão, ou seja, a diminuição de capacidade resistente da armadura por redução da área de armadura. Associadas a esta troca surgem, no entanto, outros mecanismos de degradação da estrutura, tais como:

- Perda de aderência entre a armadura e o concreto;
- Desagregação da camada de concreto envolvente da armadura;
- Fissuração, pela própria continuidade do sistema de desagregação do concreto.

2.2.4.4. Fissuras

As causas de trincas ou fissuras em estruturas de marquises são diversas. Principalmente o excesso de sobrecargas, expansão da armadura, retração do concreto, falhas de execução da concretagem, recalque diferencial, escoramento inadequado e outras. Essas facilitam a infiltração e percolação da água, o que provoca a lixiviação do concreto, com redução da sua alcalinidade, desprotegendo a armadura, o que acarreta no início ao processo de corrosão. (GIACOMINI *et al.*, 2015)

Fissuras são aberturas que afetam a superfície do elemento estrutural tornando-se um caminho rápido para a entrada de agentes agressivos à estrutura. Por serem manifestações patológicas frequentes nas estruturas de concreto, quando estas aparecem servem para chamar a atenção dos usuários para o fato de que algo de anormal está a acontecer. (SILVA, 2011)

É necessário observar corretamente o quadro de fissuração, já que este pode ser provocado pelos mais diversos fatores, como principais exemplo pode-se observar : reações expansivas ocasionadas por agentes externos que penetram na estrutura, como cloretos, dióxidos de carbono e outros compostos, recalques diferenciais, a cura imprópria do concreto e a não previsão adequada do comportamento da estrutura.

Assim, um processo de fissuração, pode instalar-se em uma estrutura pelas mais diversas causas, e para que se consiga identificar com precisão a causa e a origem, é necessário desenvolver análises consistentes, que englobem a mais correta determinação da configuração das fissuras, tais como a sua abertura e a sua variação ao longo do tempo, podendo, assim, logo após a correta identificação estabelecer as metodologias e procedimentos adequados para os trabalhos de recuperação. (SOUZA e RIPPER, 1998)

2.2.4.5. Bolor

Uma das consequências mais comuns, apontadas por Gonçalves (2006), de problemas na impermeabilização da marquise é o aparecimento de manchas e bolor. A umidade se infiltra, e cria um ambiente propício para essa manifestação patológica. O resultado estético é péssimo, e a laje fica com uma aparência visual de descuido. Vale lembrar que matéria orgânica, em geral, é extremamente prejudicial à saúde e para elementos estruturais.

Além disso, Thomaz (1996) ressalta que a umidade causa o desprendimento de revestimentos, reboco e pintura. E, uma intervenção para arrumar esses problemas se torna inútil quando o problema principal não é combatido.

O autor ainda afirma que se o sistema de impermeabilização não for refeito, os problemas de mancha, bolor, descascamento de pintura e desprendimento de reboco logo retornarão.

Gonçalves (2006) relata que os pássaros, principalmente os pombos, são frequentadores das marquises e depositam sobre elas seu excremento, que é ácido. A percolação desta substância pelas fissuras do concreto pode atingir as armaduras e causar sua corrosão.

2.2.4.6. Sobrecarga

De acordo Bastos (2006) a aplicação de cargas não previstas em projeto é muito comum em marquises e pode ser tanto um fator prejudicial a sua durabilidade como pode ser próprio causador isolado da ruína da estrutura.

Os casos mais comuns de sobrecargas em marquises são: sobreposição de camadas de impermeabilização, instalação de equipamentos, acesso do público, acúmulo de água e sujeira e muretas e grades nas bordas das marquises. (SILVA, 2011)

Segundo Jordy e Mendes (2006) na manutenção do sistema de impermeabilização a não retirada do sistema antigo juntamente com sua argamassa de proteção para só então aplicar a nova impermeabilização, é um problema corriqueiro. A gravidade da sobrecarga em marquises varia de acordo com a espessura, número de camadas de sobreposição, e peso específico dos materiais de impermeabilização.

A sobrecarga (Kg/m^2) em marquises em função de sistemas de impermeabilização pode ser calculada pela equação 1

$$S = \sum (P \cdot e) \text{ (Equação 01)}$$

Em que,

S = Sobrecarga na marquise (kg/m^2),

P = Peso específico do material de impermeabilização (Kg/m^3),

e = espessura de cada sistema de impermeabilização sobreposto(m).

A utilização das marquises como apoio para equipamentos como ar-condicionado e de estruturas como letreiros é outra forma de sobrecarga bastante comum, uma vez que a maioria das lojas tem marquises em sua fachada. Não se pode esquecer que o esforço do vento sobre estes letreiros é transmitido à marquise que pode ter sua estabilidade ameaçada, podendo vir a ruir. Portanto, não se trata simplesmente de suporte ao peso da estrutura do painel. (DORIGO, 1996)

O acúmulo de água sobre a marquise também é um ponto importante e pode vir a produzir sobrecarga na mesma. Isso ocorre quando os sistemas de escoamento de águas pluviais estão subdimensionados ou estão falhos, geralmente pelo fato de a impermeabilização estar vencida ou as tubulações de escoamento estarem obstruídas (falta de manutenção). (MEDEIROS e GROCHOSKI, 2007)

Apesar de menos comum, mas não menos importante, o acesso do público as marquises, é outra forma de sobrecarga. Esta ocorrência é comum em cidades que promove carnaval de rua. As marquises não são projetadas para absorver o peso e o impacto provocado por dezenas de pessoas pulando e dançando sobre ela. (MEDEIROS e GROCHOSKI, 2007)

Outro fator apontado por Bastos (2006), é a construção de muretas e/ou grades de proteção nas bordas livres das marquises, o que pelo elevado peso específico da alvenaria, pode levar a deterioração destas estruturas, já que estas na maioria dos casos são projetadas com as bordas laterais e frontais livres.

É preciso, segundo Bastos (2006), que os usuários de marquises, tenham o conhecimento sobre uso não adequado para estas estruturas. No entanto, enquanto os usuários não apresentam essa consciência, é preciso que projetistas e construtores fiquem atentos a situações de risco potencial.

2.2.5. Classificação das anomalias

A norma inspeção predial do IBAPE (2012) afirmam que:

“As anomalias e falhas constituem não conformidades que impactam na perda precoce de desempenho real ou futuro dos elementos e sistemas construtivos, e redução de sua vida útil projetada. Podem comprometer, portanto: segurança; funcionalidade; operacionalidade; saúde de usuários; conforto térmico, acústico e lumínico; acessibilidade, durabilidade, vida útil, dentre outros parâmetros de desempenho definidos na ABNT NBR 15575”.

Esta ainda descreve que as não conformidades podem estar associadas a problemas técnicos e de qualidade da construção e/ou manutenção da edificação.

As anomalias podem ser classificadas como (IBAPE, 2012):

- Endógenas: originaria da própria edificação - projeto, materiais e execução;
- Exógena: vinda de fatores externos a edificação, provocados por terceiros;
- Natural: oriunda de fenômenos da natureza;
- Funcional: resultante da degradação de sistemas construtivos pelo envelhecimento natural e, consequente, término da vida útil.

Essas anomalias, ainda de acordo com a norma do IBAPE (2012), podem ser classificadas em graus de risco, sendo esses:

- Crítico: risco de provocar danos contra a saúde e segurança das pessoas e do meio ambiente, perda excessiva de desempenho e funcionalidade causando possíveis paralisações, aumento excessivo de custo de manutenção e recuperação, comprometimento sensível de vida útil;
- Médio: risco de provocar a perda parcial de desempenho e funcionalidade da edificação sem prejuízo à operação direta de sistemas, e deterioração precoce;
- Mínimo: risco de causar pequenos prejuízos à estética ou atividade programável e planejada, sem incidência ou sem a probabilidade de ocorrência dos riscos críticos e regulares, além de baixo ou nenhum comprometimento do valor imobiliário.

2.3. VIDA ÚTIL

John (2001) cita a norma ISO 15686-2 de 2001 a qual define planejamento de vida útil como um processo de projeto que procura garantir que a vida útil de um edifício seja igual ou superior a vida de projeto.

O período de tempo total contado a partir do término da construção até o aparecimento de uma manifestação patológica considerada grave é denominada vida útil de serviço ou de utilização. (HELENE, 2001)

A vida útil da construção como um todo depende igualmente do comportamento dos elementos estruturais de concreto armado e dos demais componentes incorporados à estrutura, porém, sem função estrutural. (BRANDÃO, 1999)

O tempo de vida útil de uma estrutura tem grande relação com o cobrimento projetado e executado sobre as armaduras. A norma de inspeção predial do IBAPE (2012) define o cobrimento como sendo o capeamento da armação em uma peça de concreto armado.

A ABNT NBR 6118 (2014) – Projeto de Estruturas de Concreto, estabelece cobrimentos mínimos para armaduras em vigas, pilares e lajes, esses levam em conta quatro classes de agressividade ambiental, sob as quais a estrutura

pode estar exposta, sendo a classe I - rural, II - urbano, III - marinho ou industrial e IV - polos industriais. Ou seja, a espessura do concreto de cobrimento sobre as armaduras depende do grau de exposição ao ambiente da estrutura.

Araújo (2010) salienta os principais fatores que devem ser observados na fase de projeto, “devem incluir a especificação de um concreto de qualidade apropriada, de cobrimentos mínimos para as armaduras, a verificação de abertura das fissuras e o correto detalhamento das armaduras”

O concreto de cobrimento tem por função propiciar proteção física, química e mecânica a armadura. A barreira formada entre o meio ambiente externo e a armadura de aço é essencial para a durabilidade e bom desempenho da estrutura impedindo a formação de mecanismos que provocariam a corrosão. (CAMPOS, 2013)

Para garantir a espessura de cobrimento da armadura requerida em projeto, afim de assegurar a camada de cobertura e proteção dos elementos das estruturas de concreto armado, é essencial a utilização de espaçadores.

Durante a execução da obra, é imprescindível que as determinações do projeto sejam obedecidas. Nessa fase é comum que aconteça o rebaixamento da armadura negativa, o que pode gerar riscos à estrutura da marquise. Antes de um elemento ser concretado é comum que haja transito de pessoas em cima da armadura e esta vai parar numa posição que se torna ineficaz. Se a concretagem dessa peça for feita com a armadura na posição errada, a marquise poderá vir a ruir. (BRAGUIM, 2007)

O deslocamento da armadura negativa torna a marquise subdimensionada para os esforços aos quais será submetida. Esse deslocamento também pode ser causado por erros de posicionamento das ferragens ou ainda, pode haver mudanças de posição provocadas pelo lançamento e pela vibração do concreto sobre essa ferragem, na fase de concretagem da peça. (PUJADAS, 2007)

Para a execução e conservação de marquises alguns cuidados básicos devem ser atentados, entre eles: para a construção, seguir os projetos estabelecidos;

cuidado a posição correta da armadura negativa no engastamento; observar o cobrimento do concreto adequado para proteção da armadura; realização adequada da cura do concreto; evitar acúmulo de água de chuva, que poderá implicar sobrecarga não prevista em projeto; uso e ocupação devem ser restrito ao que foi projetado; programar inspeções visuais rotineiras e periódicas na estrutura, nos sistemas de drenagem e de impermeabilização, fazendo os reparos necessários dos danos e deficiências encontrados. (NAKAGUMA, 2007)

3. ESTUDO DE CASO

As marquises estudadas foram vistoriadas nos dias 06 de outubro de 2017, 21 de março e 05 de abril de 2018. Todas as marquises da conhecida “Rua das Flores” da cidade de Curitiba foram vistoriadas, o que totalizou vinte e três marquises.

No Quadro 1, apresenta-se as marquises numeradas bem como a localização dessas.

Marquise	Endereço
Marquise 1	Voluntários da Pátria, 368
Marquise 2	Luiz Xavier, 106
Marquise 3	Luiz Xavier, 65
Marquise 4	Luiz Xavier, 68
Marquise 5	Luiz Xavier, 10
Marquise 6	XV de Novembro, 55
Marquise 7	Travessa Oliveira Bello, 15
Marquise 8	XV de Novembro, 11
Marquise 9	XV de Novembro, 41
Marquise 10	XV de Novembro, 99
Marquise 11	XV de Novembro, 122
Marquise 12	Dr. Muricy, 710
Marquise 13	XV de Novembro, 413
Marquise 14	XV de Novembro, 171
Marquise 15	XV de Novembro, 186
Marquise 16	XV de Novembro, 359
Marquise 17	XV de Novembro, 467
Marquise 18	XV de Novembro, 523
Marquise 19	XV de Novembro, 570
Marquise 20	XV de Novembro, 575
Marquise 21	XV de Novembro, 582
Marquise 22	XV de Novembro, 597
Marquise 23	XV de Novembro, 618

Quadro 1. Relação de marquises e endereços (AUTORES, 2018)

A inspeção das marquises foi feita através de marcações na ficha de inspeção criada para este estudo, a qual esta representada abaixo, no Quadro 2.

FICHA DE ANÁLISE DE MARQUISES		
Endereço		
Manutenções		
Estado de conservação aparente		
Vistoriada de cima		
Manifestação patológica		
Fungos e Bolor		
Eflorecências		
Infiltração		
Deterioração da pintura		
Corrosão	Indícios (fissuras)	
	Desplacamento	
	Armadura exposta	
Possível uso inadequado		
Condensador de ar		
Letreiros		
Modificada para sacada		
Material decorativo		
Câmera		
Coifa		

Quadro 2. Ficha de inspeção (AUTORES, 2018)

Visto que todas as marquises pesquisadas são estruturas de imóveis privados, é necessária autorização para inspecionar visualmente a parte superior da marquise, sendo assim foi criado o campo “vistoriada de cima” na ficha de análise.

Com auxílio da ficha de inspeção foi realizada a inspeção visual da estrutura das marquises, juntamente a um levantamento fotográfico a fim de registrar os sintomas e a natureza dos problemas encontrados nas marquises. Foi realizada a anotação das manifestações patológicas e de possíveis usos inadequados das marquises, através do check-list da ficha.

De acordo com Medeiros e Grochoski (2007), conforme citado no item 2.1.1 deste trabalho, as marquises são estruturas projetadas para proteção ao pedestre quanto à chuva, sol e objetos que podem cair dos pavimentos superiores. Sendo

assim foi desenvolvido o campo “uso inadequado” para verificar a presença de condensador de ar, modificada para sacada, letreiro, material decorativo, coifa e câmera.

Outro ponto inspecionado foi o estado de conservação aparente, sendo classificado como crítico, regular ou satisfatório.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Para este estudo foram vistoriadas vinte e três marquises na “Rua da Flores”. Neste item serão exemplificadas as manifestações patológicas encontradas no decorrer das vistorias.

4.1.1. Fungos e bolor

A Figura 28, apresenta-se a ocorrência de fungos e bolor. Esta manifestação está ilustrada com a foto da marquise 9, além desta, mais doze marquises apresentaram esta manifestação patológica.



Figura 28. Marquise com presença de fungo e bolor (AUTORES, 2018)

Esta manifestação foi observada nas marquises apresentadas no Quadro 3, e classificadas de acordo com suas causas e graus de riscos.

Marquises nº	Grau	Causa
1, 2, 6, 9, 12, 13, 15, 22	mínimo	endógena
17, 18	mínimo	endógena e funcional
8, 10, 16	mínimo	exógena e funcional

Quadro 3. Grau e causas dos fungos e bolores (AUTORES, 2018)

Com a análise do quadro observa-se que a grande maioria das marquises apresentam fungos e bolores por causas endógenas, ou seja, problema oriundo por falha de projeto, material ou execução. Porém, em todas as marquises esta manifestação se apresenta com grau de risco mínimo.

4.1.2. Eflorescências

Dentre as vinte e três marquises vistoriadas, apenas duas apresentaram a ocorrência de eflorescências.

A Figura 29 ilustra a presença dessa manifestação patológica na marquise 2.



Figura 29. Marquise com presença de eflorescência (AUTORES, 2018)

A eflorescência foi observada nas marquises que estão indicadas no Quadro 4, e classificadas de acordo com suas causas e graus de riscos.

Marquises nº	Grau	Causa
2, 13	mínimo	endógena

Quadro 4. Grau e causas de eflorescência (AUTORES, 2018)

As duas marquises que apresentam essa manifestação patológica tiveram sua causa classificada como endógena e com grau de risco mínimo, ou seja, risco de causar pequenos prejuízos à estética ou atividade programável e planejada.

4.1.3. Infiltração

Abaixo a Figura 30, ilustra as infiltrações presentes na marquise 17. Pode-se afirmar que esta é uma manifestação patológica de grande relevância, pois está presente em 83% das marquises inspecionadas.



Figura 30. Marquise com presença de infiltrações (AUTORES, 2018)

A infiltração se fez presente nas marquises que estão indicadas no Quadro 5, as quais foram classificadas de acordo com suas causas e graus de riscos.

Marquises nº	Grau	Causa
15, 21, 22, 23	mínimo	endógena
2, 6	médio	endógena
17, 18, 19	médio	endógena e funcional
3,5, 11, 20	mínimo	exógena
7,8	médio	exógena e funcional
14	mínimo	endógena, exógena e funcional
10, 13	médio	endógena, exógena e funcional
9	mínimo	funcional

Quadro 5. Grau e causas de infiltrações (AUTORES, 2018)

Esta anomalia manifestou-se nos graus de risco mínimo e médio. E teve sua causa endógena, exógena, funcional, ou a combinação delas. Vale lembrar que se considera causa endógena quando a anomalia é originária da própria edificação, exógena, quando é causada por terceiros e funcional quando provem do envelhecimento natural do sistema.

4.1.4. Deterioração da pintura

As Figuras 31 e 32, são exemplos das marquises 15 e 19, respectivamente, que apresentam deterioração de pintura.



Figura 31. Marquise com deterioração de pintura (Autores, 2018)

Foi observado a deterioração de pintura em onze das vinte e três marquises estudadas.



Figura 32. Marquise com deterioração de pintura (AUTORES, 2018)

Pode-se observar a deterioração de pintura das marquises apontadas no Quadro 6, as quais foram classificadas de acordo com suas causas e graus de riscos.

Marquises nº	Grau	Causa
1, 2, 6, 15, 17, 18, 19, 23	mínimo	endógena
3, 11, 14	mínimo	exógena

Quadro 6. Grau e causas da deterioração da pintura (AUTORES, 2018)

Esta anomalia só foi classificada com grau de risco mínimo, o qual tem baixo ou nenhum comprometimento do valor imobiliário. E as suas causas foram consideradas endógenas ou exógenas.

4.1.5. Corrosão

A manifestação de corrosão pode exteriorizar de várias formas, nas vistorias realizadas esta foi encontrada na forma de fissuras, deslocamento e armadura exposta.

4.1.5.1. Indícios (fissuras)

A marquise 19, ilustrada na Figura 33, foi uma das fissuras encontradas nas vistorias, além desta, mais oito marquises apresentaram esta manifestação.



Figura 33. Marquise com presença de fissura (AUTORES, 2018)

O Quadro 7 mostra a classificação de das causas e graus de riscos para as fissuras causadas pela corrosão da armadura.

Marquises nº	Grau	Causa
19, 21	mínimo	endógena
1, 2	médio	endógena
5, 11	mínimo	exógena
3,4, 7	médio	

Quadro 7. Grau e causas de fissuras (AUTORES, 2018)

As fissuras se exteriorizaram em graus mínimo ou médio, e suas causas foram classificadas apenas como endógenas ou exógenas.

4.1.5.2. Desplacamento

O deslocamento está ilustrada nas Figuras 34 e 35, exemplificado pelas marquises 7 e 10.



Figura 34. Marquise com deslocamento (AUTORES, 2018)

Esta manifestação patológica se fez presente em 35% das marquises vistoriadas.



Figura 35. Marquise com deslocamento (AUTORES, 2018)

O Quadro 7 mostra a classificação de das causas e graus de riscos para as fissuras causadas pela corrosão da armadura.

Marquises nº	Grau	Causa
12, 13, 15, 17	médio	endógena
10	crítico	endógena, exógena e funcional
4	mínimo	exógena
7, 16	médio	funcional

Quadro 8. Grau e causas de deslocamento (AUTORES, 2018)

A anomalia do deslocamento é provocada pela corrosão de armadura. As marquises que apresentam esta manifestação tiveram grau de risco classificados como mínimo, médio e crítico (com risco de provocar danos contra a saúde e segurança das pessoas e do meio ambiente). E suas causas foram consideradas endógenas, exógenas, funcional ou a combinação das três.

4.1.5.3. Armadura exposta

Não foram encontradas armaduras expostas nas marquises inspecionadas.

4.2. POSSÍVEL USO INADEQUADO

Nos itens abaixo estão elucidados os prováveis usos indevidos das marquises. Sendo esses: acomodação de condensador de ar, letreiro, modificação para sacada, letreiros, apoio para câmeras e coifas e revestimento decorativo.

4.2.1. Condensador de ar

Em 52% das marquises inspecionadas encontrou-se a presença de condensadores de ar, como estão delineados nas Figuras 36 e 37.



Figura 36. Condensadores de ar apoiados na marquise (AUTORES, 2018)

O uso da marquise para apoio de condensador de ar foi visualizado nas marquises de número 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 17, 20 e 22.



Figura 37. Condensadores de ar apoiados na marquise (AUTORES, 2018)

4.2.2. Letreiros

Na Figura 38 da marquise 3 foi observada a presença de letreiros. Dentre as marquises vistoriadas apenas quatro possuem letreiros fixadas nelas, sendo essas as de número 3, 9, 14 e 20.



Figura 38. Marquise com letreiro (AUTORES, 2018)

4.2.3. Modificação para sacada

A principal modificação consiste no acesso de pessoas sobre a marquise. Geralmente esta modificação envolve acréscimo de materiais como alvenaria, cerâmica e argamassa acarretando aumento de peso na estrutura.

Este uso inadequado foi encontrado em apenas duas marquises, as quais então ilustradas nas Figuras 39 e 40.



Figura 39. Marquise transformada em sacada (AUTORES, 2018)

As marquises nº 4 e 15 são as que foram transformadas para sacada, o que se não for previsto em projeto podem trazer consequências para estrutura.



Figura 40. Marquise transformada em sacada (AUTORES, 2018)

4.2.4. Material decorativo

As Figuras 41 e 42 são exemplos de marquises que foram revestidas com material decorativo, no caso das ilustradas abaixo, com placas de mármore. Esse uso foi observado em cinco das vinte e três marquises estudadas.



Figura 41. Marquises revestidas com mármore (AUTORES, 2018)

A colocação de material decorativo sobre a marquise foi constatado nas marquises 5, 6, 13, 20 e 23.



Figura 42. Marquises revestidas com mármore (AUTORES, 2018)

4.2.5. Câmera

A presença de câmeras foi observada em 22% das marquises vistoriadas, a Figura 43 mostra a instalação na marquise 4, além dessa também foi notado nas de número 1, 8, 15, 18.



Figura 43. Câmera apoiada na marquise (AUTORES, 2018)

4.2.6. Coifa

Nas vistorias realizadas foi encontrado um uso peculiar para marquise, como é possível visualizar na Figura 44, esta foi usada como apoio para coifa industrial, foi a única observada com este uso no estudo, na marquise número 4.



Figura 44. Coifa sobre a marquise (AUTORES, 2018)

4.3. PERCENTUAL DAS MANIFESTAÇÕES E TIPOS DE USO INADEQUADO

O Gráfico 1 e o Quadro 9 mostram os valores totais verificados para cada tipo de manifestação patológica e uso inadequado observados nas marquises analisadas.

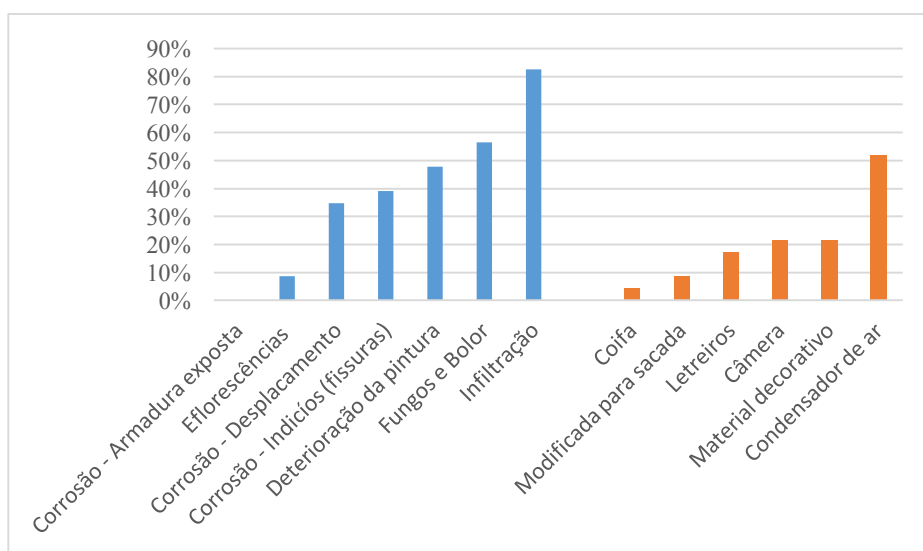


Gráfico 1. Porcentagem de manifestações patológicas (AUTORES, 2018)

Manifestação patológica	Ocorrência	Porcentagem
Corrosão - Armadura exposta	0	0%
Eflorescências	2	9%
Corrosão - Desplacamento	8	35%
Corrosão - Indícios (fissuras)	9	39%
Deterioração da pintura	11	48%
Fungos e Bolor	13	57%
Infiltração	19	83%
Possível uso inadequado		
Coifa	1	4%
Modificada para sacada	2	9%
Letreiros	4	17%
Câmera	5	22%
Material decorativo	5	22%
Condensador de ar	12	52%
Total de marquises	23	

Quadro 9. Ocorrência e porcentagem das manifestações patológicas (AUTORES, 2018)

Pode-se observar que a manifestação patológica mais presente nas marquises vistoriadas foi a infiltração, que se fez presente em 83% dessas. Por outro lado, a armadura exposta, devido a corrosão, não foi visualizada em nenhuma das vinte e três marquises.

A segunda manifestação patológica mais vista foram fungos e bolores, seguidos pela deterioração nas pinturas, depois desta em nove marquises observou-se fissuras e em oito deslocamentos, ambos gerados pela corrosão das armaduras. Eflorescências foram visualizadas em apenas duas das marquises vistoriadas.

Vale ressaltar que a manifestação da infiltração tem relação direta com a impermeabilização, a qual é definida pela norma NBR 9575 – Impermeabilização – seleção e projeto, como o conjunto de operações e técnicas, composto por uma ou mais camadas, que tem por finalidade proteger as construções contra ações deletérias de fluidos, vapores e umidade.

Trauzzola apud Cruz (2003) afirma que a impermeabilização é considerada uma barreira física, com finalidade de evitar a percolação da água indesejável, ou ainda de dirigir esta para os pontos de escoamento fora da área que se deseja proteger. Outra finalidade apontada pelo autor é a de proteger a edificação contra possível degradação, a qual seria resultante da presença de agentes agressivos como água e vapores.

A umidade, trazida a estrutura através das infiltrações, é o meio necessário para a grande maioria das manifestações patológicas nas construções. Esta prejudica a boa aparência das edificações e ainda pode causar problemas como: goteiras e manchas, bolor ou mofo, corrosão da armadura, eflorescências e degradação da pintura. (CRUZ, 2003)

Pajudas (2006) lembra que letreiros e luminosos nas marquises podem causar, além da sobre carga, problemas de infiltração, uma vez que a sua instalação requer a perfuração do sistema de impermeabilização.

Devido ao fato do concreto ser um material poroso, o gás carbônico presente no ar penetra no concreto até o seu interior, através de seus poros. Sendo

assim, segundo Cunha e Manoel apud Rocha (2015), ocorre a reação do gás carbônico com o hidróxido de cálcio, gerando a carbonatação. A lixiviação (ou remoção) do hidróxido de cálcio, com a consequente formação do carbonato de cálcio insolúvel, é a responsável pelo aparecimento das eflorescências, as manchas brancas na superfície do concreto.

Os fatores que controlam o avanço da carbonatação são os relacionados com a qualidade do concreto de cobrimento. Sendo alguns desses: a variação térmica, a umidade relativa, relação água/cimento, a permeabilidade ao ar, água e gases, a porosidade, a resistência, o tipo de cimento utilizado e a concentração de gás carbônico. (LIMA, 1996)

Cascudo (1997) afirma que medida em que avança, os produtos decorrentes da corrosão eletroquímica do aço vão se acumulando cada vez mais ao redor das armaduras, criando “crostas” no seu entorno, as quais são denominadas ferrugem.

Por serem altamente expansivos, passam a ocupar volumes em torno de oito vezes superiores ao volume original do ferro, podendo causar pressões internas de expansão o que resultando em fissuração e facilitando ainda mais a entrada de agentes agressivos. Posterior à fissuração, pode ocorrer o destacamento da camada de cobrimento do concreto, deixando a armadura exposta.

Na verificação de possíveis usos inadequados o que mais se constatou foram condensadores de ar apoiados sobre as marquises, esses estavam presentes em 52% das marquises vistoriadas, em segundo lugar ficaram os letreiros pendurados nas mesmas, prontamente observa-se a presença de material decorativo revestindo as marquises e câmeras de segurança.

Em duas das vinte e três marquises inspecionadas constatou-se que essas foram transformadas em sacadas, e em apenas uma foi visualizado o apoio de coifa sobre a marquise.

4.4. ESTADO DE CONSERVAÇÃO APARENTE

O estado de conservação aparente das marquises foi classificado de acordo com a Norma de Inspeção Predial do Ibape – SP, o Quadro 10, apresenta estes para cada marquise inspecionada.

Estado de conservação	Nº da marquise	Total
Satisfatório	21;23	2
Regular	1;2;3;5;8;9;14; 15;18;19;20;22	12
Crítico	4;6;7;10;11;12;13;16; 17	9

Quadro 10. Estado de conservação aparente (AUTORES, 2018)

O Gráfico 2 mostra, em porcentagem, o estado de conservação aparente das marquises inspecionadas.

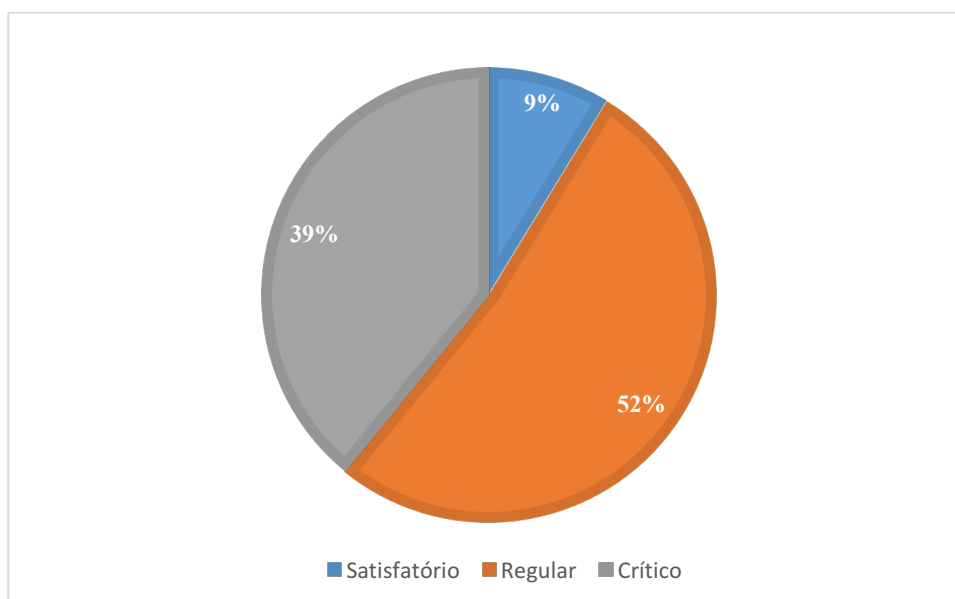


Gráfico 2. Percentual do estado de conservação aparente (AUTORES, 2018)

A maioria das marquises inspecionadas na “Rua das Flores” está, aparentemente, em estado regular (52%), nove encontram-se em estado crítico, totalizando 39% das marquises, e apenas 9% em estado satisfatório.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo apresentar-se à as considerações finais deste trabalho, bem como as sugestões para novos estudos na área.

5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho verificou possíveis usos inadequados das marquises, situadas na “Rua das Flores” em Curitiba, bem como as principais manifestações patológicas por estas apresentadas.

Todas as marquises vistoriadas apresentam alguma manifestação patológica. Doze dessas encontram-se em estado de conservação aparente regular, nove em estado crítico e duas satisfatório. Vale ressaltar que esta classificação foi feita visualmente pelos autores do corrente trabalho com base na classificação da Norma de Inspeção Predial do Ibape – SP, como está descrito no item “3” deste trabalho.

A manifestação patológica mais observada nas marquises vistoriadas foi a infiltração, presente em dezenove das vinte e três marquises estudadas. Sendo assim, ressalta-se que a mesma pode ser causada por diversos fatores, sendo algum deles: impermeabilização, fissuras, e problemas de drenagem.

A manifestação que teve menor ocorrência foi a de corrosão, na forma de armadura exposta, que não foi visualizada em nenhum dos elementos estudados.

Com relação aos possíveis usos inadequados da marquise, é possível observar através dos resultados que o mais corriqueiro é a presença de condensadores de ar sobre a estrutura estudada, o qual foi visto em 52% das marquises. Em contrapartida o apoio de coifa sobre a marquise foi visualizado em apenas uma marquise.

Sendo assim corrobora-se a hipótese de que a grande maioria das marquises situadas na região central de Curitiba estão com o uso inadequado e com necessidade de manutenção.

5.2. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Sugere-se, abaixo, proposições para novos trabalhos relacionados ao presente estudo:

- Elaboração de medidas de reparo para as manifestações apresentadas;
- Mapeamento das marquises das marquises da cidade de Curitiba;
- Vistoria de marquises com a ficha de análise criada para este trabalho.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674 – Manutenção de Edificações – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1999.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118 – Projeto de estrutura de concreto - Procedimentos**. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575 – Impermeabilização – Seleção e Projeto**. Rio de Janeiro, 2010.

ANDRADE, C. **Manual para diagnóstico de obras deterioradas por corrosão de armaduras**. Tradução de Antonio Carmona e Paulo Helene. São Paulo, 1992.

ARAÚJO, J.M. de. **Curso de concreto armado**. 3. ed. Rio Grande: Dunas, 2010.

BASTOS, P.S. **Marquises - notas de aula**. São Paulo, 2006.

BRANDÃO, A. M. S.; PINHEIRO, L. M. (1999). **Qualidade e durabilidade das estruturas de concreto armado: aspectos relativos ao projeto**. Cadernos de Engenharia de Estruturas. n.8. EESC. Universidade de São Paulo. São Carlos.

CAMPOS, D (2013). **Cobrimento de armadura em estruturas de concreto armado: análise comparativa entre valores antes, durante e depois da concretagem**. UFRGS 2013

CARMO, M. A. **Estudo da deterioração de marquises de concreto armado nas cidades de Uberlândia e Bambuí**. Uberlândia, 2009.

CASCUDO, O. **O controle da corrosão de armaduras em concreto**. Goiânia, 1997.

CASTRO, C; MOURA, A. **Marquise que caiu na Tijuca não oferece mais riscos**.

Disponível em: <https://oglobo.globo.com/rio/marquise-que-caiu-na-tijuca-nao-oferece-mais-riscos-5601792>. Acesso em 29/10/2017 às 15:10.

CUNHA, A. J.; V. C. M.; LIMA, N. A. **Acidentes Estruturais na construção Civil V1**. São Paulo PINI, 1996.

CUNHA, A. J.; V. C. M.; LIMA, N. A. **Acidentes Estruturais na construção Civil V2**. São Paulo PINI, 1998.

CUNHA, A. L. S. **Infiltrações em estruturas de concreto subterrâneas**. São Paulo, 2012.

CREMONINI, R. A. **Manifestações patológicas em unidade escolares na região de Porto Alegre – Recomendações para projeto, execução e manutenção**. Porto Alegre, 1988.

CRUZ, J. H. P. **Manifestações patológicas de impermeabilizações com uso de sistema não aderido de mantas asfálticas: avaliação e análise com auxílio de sistema multimídia**. Porto Alegre, 2003.

DORIGO, M; MANIEZZO, V; COLORNI, A. **Ant System: Optimization by a Colony of Cooperating Agents**. 1996.

Especialistas apontam causas de queda de marquise de hotel no Rio.

Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u132331.shtm>. Acesso em 29/10/2017 às 16:00.

FILHO, N. N. **Avaliação e perícias de engenharia. Norma de Inspeção predial IBAPE/SP**. São Paulo, 2003.

Disponível em: www.ibape-sp.org.br
Acesso em 10/03/2018 às 20:00.

FUSCO, P. **Técnica de armar as estruturas de concreto**. São Paulo, 2008.

GIACOMIN, R. F.; MAIOLI, A.; GÓIS, T. S. **IV CIRMARE – Congresso Internacional na “Recuperação, Manutenção e Restauração de Edifícios” - Marquises: projeto, uso, manutenção e acidentes**. Espírito Santo, 2015.

GONÇALVES, R. F. **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água**. Rio de Janeiro, 2009.

HELENE, P. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. São Paulo, 1992.

HELENE, P., (2001). **Introdução da vida útil no projeto das estruturas de concreto NB/2001**. WORKSHOP SOBRE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES. Novembro. São José dos Campos.

IBAPE – INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA. **Norma de inspeção predial nacional**. São Paulo, 2012.

JOHN, V. M. ET ALL, (2001). **Durabilidade e sustentabilidade: desafios para a construção civil brasileira**. WORKSHOP SOBRE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES. Novembro. São José dos Campos.

JORDY, J. C; MENDES, L. C. **Análise e procedimentos construtivos de estruturas de marquises com propostas de recuperação estrutural**. Rio de Janeiro, 2006.

LAPA, J. S. **Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto**. Belo Horizonte, 2008.

Laudo da Defesa Civil diz que ferrugem derrubou marquise sobre sacadas. Disponível em: <https://mp-pr.jusbrasil.com.br/noticias/310754/laudo-da-defesa-civil-diz-que-ferrugem-derrubou-marquise-sobre-sacadas>. Acesso em 20/10/2017 às 17:00.

LIMA, S. **Falha humana predomina nas patologias do concreto**. Disponível em: <http://www.cimentoitambe.com.br/falha-humana-predomina-nas-patologias-do-concreto/>. Acesso em 08/11/2017 às 15:00.

MARCELLI, M. **Sinistros na construção civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras**. São Paulo, 2007.

MARIA, M. **Marquise desaba e derruba 15 sacadas em Maringá**. Disponível em: <http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/marquise-desaba-e-derruba-15-sacadas-em-maringa-b8y53bvb9spkscb4jxtman6mm>. Acesso em 20/10/2017 às 16:30.

Marquise desaba sobre duas mulheres no centro de São Leopoldo. Disponível em: http://www.jornalnh.com.br/_conteudo/2016/04/noticias/regiao/318127-marquise-desaba-sobre-duas-pessoas-no-centro-de-sao-leopoldo.html. Acesso em 20/10/2017 às 17:30.

MEDEIROS, M; HELENE, P.R.L. **Concreto armado x ambiente marítimo: por que proteger e o que considerar para especificar?** Concreto e Construções, n.49, pag. 23-28, 2008.

MEDEIROS, M. H. F. de; GROCHOSKI, M. **Marquises: Por que algumas caem?** Revista Concreto, Vol. 12, n 24. São Paulo, 2007.

MELO, A. C. A. **Estudo das manifestações patológicas nas marquises de concreto armado do Recife.** Recife, 2011.

MOREIRA, R. **Desabamento na Tijuca: CREA critica falta de fiscalização.** Disponível em: <http://www.jb.com.br/rio/noticias/2012/07/27/desabamento-na-tijuca-crea-critica-falta-de-fiscalizacao/>. Acesso em 29/10/2017 às 15:00.

NEPOMUCENO, A. A. **Mecanismos de transporte de fluidos no concreto.** São Paulo, 2005.

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. Niterói. 2002.

PAJUDAS, F. Z. A. **Perigo suspenso**, Revista Techné – Edição 120. Disponível em: <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/120/artigo285374-1.aspx> Acesso em 18/03/2018 às 17:00.

Para a defesa civil marquise caiu por falta de manutenção. Disponível em: <https://noticias.r7.com/rio-de-janeiro/para-defesa-civil-marquise-desabou-por-falta-de-manutencao-dono-de-imovel-respondera-18022016>. Acesso em 29/10/2017 às 15:30.

RIBEIRO, L. C. P. **Análise de manifestações patológicas em marquises de Concreto armado em Florianópolis.** Florianópolis, 2014.

RIZZO, B. E. **Marquises - Uma abordagem Técnica.** Centro de Estudos e Pesquisa de Desastres. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: www.rio.rj.br Acesso em 10/03/2018 às 19:00.

ROCHA, I. **Corrosão em estruturas de concreto armado.** Revista online IPOG, 2015.

SANTOS, Roberto Eustaáquio dos. **A cultura do concreto armado no Brasil: educação e deseducação dos produtores do espaço construído.** In: Anais do IV Congresso Brasileiro de História da Educação. Goiânia: Universidade Católica de Goiânia, 2006.

SATO, N. M.; AGOPYAN, V. **Análise da porosidade e de propriedades de transporte de massa em concretos.** São Paulo, 2001.

SCHENKEL, E. **Falha de projeto causou queda de marquise na UEL.**
Disponível em: <http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/falha-de-projeto-causou-queda-de-marquise-da-uel-9xosvzgr4aerqufryy05364i6>.
Acesso em 20/10/2017 às 16:00.

SILVA, L. K. **Levantamento de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado no estado do Ceará.** Fortaleza, 2011.

SINHORELLI, S. K. **Estudo do desenvolvimento de patologias nas marquises da região central de João Pessoa – PB.** Araruna, 2016.

SORDI, J. **Mulher morre em queda de marquise no centro de Porto Alegre.**
Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/geral/noticia/2016/07/mulher-morre-em-queda-de-marquise-no-centro-de-porto-alegre-6763831.html>.
Acesso em 29/10/2017 às 14:00.

SOUZA, V. C. M. RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.** São Paulo, 2001.

TAKATA, L. T. **Aspectos executivos e a qualidade de estruturas em concreto armado: Estudo de caso.** São Carlos, 2009.

THOMAZ E. **Trincas em Edifícios.** São Paulo, 1996.

TRINDADE, D. S. **Patologia em estrutura de concreto armado.** Santa Maria, 2015.

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

WITTKOWSKI, A. **Patologias em sistemas estruturais: marquise do quartel da Polícia Militar do Paraná e marquise do Palácio Iguaçu.** Curitiba, 2010.

7. ANEXOS

Neste item estão apresentadas as fichas de todas as marquises inspecionadas para realização do presente trabalho.

7.1. FICHA DE ANÁLISE DAS MARQUISES