



## TEMA 1 – Patologias das Construções

### ESTUDO DA DEGRADAÇÃO NAS MARQUISES DE EDIFICAÇÕES DO CENTRO HISTÓRICO DO RECIFE.

E.C.B. Monteiro<sup>1,a</sup>, M. Q.Oliveira<sup>2,b</sup>, K. S. Almeida<sup>3,c</sup>, J.R. Carvalho<sup>4,d</sup>,  
T.O.Chaves<sup>5,e</sup>, E.A. Rocha<sup>6,f</sup>, A.C.A Melo<sup>7,g</sup>

<sup>1</sup>Universidade de Pernambuco, Rua Benfica, 455 - Madalena - Recife/PE CEP: 50.750-470 -  
Fone: 81-3184-7500 Brasil.

<sup>2</sup>Universidade de Pernambuco, Rua Benfica, 455 - Madalena - Recife/PE CEP: 50.750-470 -  
Fone: 81-3184-7500 Brasil.

<sup>3</sup>Universidade de Pernambuco, Rua Benfica, 455 - Madalena - Recife/PE CEP: 50.750-470 -  
Fone: 81-3184-7500 Brasil.

<sup>4</sup>Universidade de Pernambuco, Rua Benfica, 455 - Madalena - Recife/PE CEP: 50.750-470 -  
Fone: 81-3184-7500 Brasil.

<sup>5</sup>Universidade de Pernambuco, Rua Benfica, 455 - Madalena - Recife/PE CEP: 50.750-470 -  
Fone: 81-3184-7500 Brasil.

<sup>6</sup>Universidade de Pernambuco, Rua Benfica, 455 - Madalena - Recife/PE CEP: 50.750-470 -  
Fone: 81-3184-7500 Brasil.

<sup>7</sup>Universidade de Pernambuco, Rua Benfica, 455 - Madalena - Recife/PE CEP: 50.750-470 -  
Fone: 81-3184-7500 Brasil.

<sup>a</sup> nana.monteiro@uol.com, <sup>b</sup> manuelaqueiroz.eng@gmail.com, <sup>c</sup> kallinealmeida@yahoo.com.br,  
<sup>d</sup> eng.jribeiro@gmail.com, <sup>e</sup> tiago.tc@ig.com.br, <sup>f</sup> eu\_des@hotmail.com,  
<sup>g</sup> mouramelo.antonio@gmail.com

**Palavras-chave:** Marquises, Corrosão e Inspeção.

#### Resumo

No Brasil, a prática de realizar manutenções periódicas nas edificações, infelizmente, ainda aparece como sinais tênues tanto para os proprietários quanto no próprio meio técnico. Como nenhuma edificação foi projetada ou construída para durar eternamente surgem, a cada dia, mais construções que apresentam má conservação devido à falta de manutenção. Nesta pesquisa foram realizados quatro estudos de caso em marquises, incluindo o estudo da marquise locada na Avenida Marquês de Olinda que teve o colapso parcial de sua estrutura no dia 27 de fevereiro. Através de uma rota pré-definida, foram inspecionadas 121 marquises para compor o espaço amostral da análise quantitativa deste estudo. Este trabalho tem sua relevância acentuada por apresentar dados coletados, com o objetivo de mostrar de forma genérica o estado de conservação de marquises de edificações do Centro histórico do Recife, uma vez que esta estimativa pode ser usada para a recuperação das marquises degradadas, prevenindo futuros colapsos.



## 1. Introdução

A modernização dos procedimentos e técnicas construtivas é um assunto bastante atual e que vem crescendo aceleradamente no ramo da construção de edifícios. A preocupação com a qualidade dos materiais empregados, a geração de entulhos, gestão de projetos entre outros tópicos vão abrindo espaço para conceitos, antes adormecidos no mundo construtivo, como a durabilidade e vida útil das edificações. Estes conceitos, que estão intimamente conectados e que, cada vez mais, vêm sendo cogitados durante a fase de projeto e execução das estruturas de concreto, tornaram-se fator primordial para atentar os profissionais da engenharia civil sobre a conservação dos elementos estruturais e a manutenção preventiva dos edifícios.

Uma maneira de compreender a qualidade das edificações é através da realização de estudos qualitativos e quantitativos sobre o conjunto de obras danificadas. De acordo com Castro (1994) [1], estudos sobre lesões em edificações têm sido desenvolvidos em diversos países, através de entidades públicas ou privados.

Dentre todos os elementos estruturais existentes nas edificações, optou-se por estudar o estado de conservação e a durabilidade das marquises, tendo em vista que esta peça estrutural é bastante presente nas edificações do Centro da cidade do Recife e por possuir função arquitetônica de proteção e abrigo para a população.

De acordo com o CEPD – Centro de Estudo e Pesquisa de Desastres (2008), as marquises são elementos estruturais, que em sua maioria são construídas em concreto armado, situadas em edificações que se caracterizam por um balanço conectado à fachada e que se projeta sobre o logradouro público, protegendo as pessoas que passam, da chuva, do sol e de algo que possa cair dos edifícios, além disso, são elementos que pelas características podem ajudar no projeto de uma arquitetura harmônica.

Os estudos qualitativos do estado de conservação de marquises foram feitos em cinco estudos de caso que foram escolhidos em inspeções prévias por apresentarem um estado de conservação baixo, patologias ou intervenções peculiares ou representativas que, sobre tudo, permitissem boa acessibilidade para realização das inspeções. Foi realizado, também, o estudo de caso da marquise, localizada na Avenida Marquês de Olinda, que teve o colapso parcial de sua estrutura no dia 27 de fevereiro. Este acidente estrutural repercutiu na mídia por ter ocorrido próximo ao Marco Zero do Recife, o maior pólo carnavalesco da cidade, dois dias depois do encerramento das festividades.

Através de uma rota de inspeção pré-definida pelas principais ruas do Centro, foram inspecionadas 121 marquises para compor o espaço amostral do estudo quantitativo do estado de conservação das marquises. Foram escolhidas, para o espaço amostral, as marquises que ficam localizadas nas



ruas de maior circulação de pessoas, pois são nestas ruas que existe a maior possibilidade do colapso estrutural causar um acidente. A rota de inspeção foi composta pelas ruas Imperatriz Tereza Cristina, Duque de Caxias, do Rangel e das Calçadas, com 25, 27, 27 e 42 marquises inspecionadas respectivamente.

## 2. Metodologia de Inspeção

### 2.1. Introdução

Nas inspeções das estruturas de concreto, muitas são as técnicas envolvidas na detecção, identificação, avaliação, caracterização e monitoramento das patologias. Estas técnicas são de grande importância para o controle do fenômeno, sejam nas operações preventivas, sejam na terapia do problema.

Considerando este último aspecto, as técnicas de inspeção assumem papel de suma relevância, uma vez que permitem que seja exercida a idéia do “diagnóstico precoce”, que assegura às operações de recuperação, prognósticos satisfatórios em nível de durabilidade.

As bibliografias especializadas [2] indicam que a sistemática recomendada para uma avaliação estrutural deve ser realizada por etapas de forma que nenhum problema ou manifestação patológica passe despercebido. O fluxograma da Fig. 01 a seguir mostra a rotina de uma inspeção na estrutura de concreto.



Figura 01 - Atividades envolvidas na rotina de inspeção (Fonte: Castro, 1994).

De acordo com Castro (1994) [1] a inspeção visual consiste em uma importante etapa para a determinação dos agentes patológicos que atuam na estrutura degradando-a, e ainda, em muitos casos, quando as manifestações patológicas já estão perfeitamente definidas, não há a necessidade de se fazer inspeções mais aprofundadas visto que o diagnóstico já está concluído.

### 2.2. Inspeção Preliminar

Esta inspeção deve permitir a definição da natureza e causa do problema, incluindo:



- Inspeção visual da estrutura da marquise, realizando um levantamento fotográfico com o fim de registrar os sintomas e a natureza dos problemas encontrados nas marquises.
- Anotação de todos os sintomas visuais (como auxílio de um check-list).
- Identificação da agressividade do ambiente (fraca, moderada, forte ou muito forte) [3].
- Análise visual das armaduras já expostas, fotografando as zonas de desagregação do concreto e tomando nota da espessura do revestimento nominal, da redução do diâmetro da armadura, da quantidade de cor dos óxidos e dos aspectos gerais do concreto.

### **2.3. Inspeção Detalhada**

A inspeção detalhada desta pesquisa buscou fundamentar-se nos estudos do engenheiro João Cassim Jordy (2006) [4] que foi estruturado a partir do êxito das inspeções realizadas em marquises da Cidade do Rio de Janeiro e que fundamentou uma proposta de metodologia de inspeção tipicamente focada na vistoria de marquises. Sendo assim, na execução das visitas às marquises adotaram-se alguns pontos principais descritos nessa metodologia que foram considerados essenciais para a definição do estado de conservação das marquises aqui estudadas. Estes pontos estão citados a seguir.

- Localização e Descrição
- Levantamento Geométrico
- Estado Geral de Impermeabilização
- Situação do Sistema de Drenagem
- Comprometimento e Disposição das Armaduras

### **2.4. Análise dos Dados**

Esta análise foi feita de forma pormenorizada, para evitar que as anomalias mais graves não fossem detectadas por estarem ocultas por anomalias superficiais, assim foi verificado se não houve mais de um fator gerador do sintoma patológico que estava sendo analisado.

### **2.5. Diagnósticos**

Esta etapa foi realizada após a conclusão das etapas de levantamento e análise dos dados. Após essa fase, iniciaram-se os estudos das possíveis alternativas que poderiam solucionar os problemas apresentados, onde foram considerados aspectos técnicos e de viabilidade econômica.



### 3. Estudos de Caso

Os estudos de caso tiveram a finalidade de analisar o estado de conservação de algumas estruturas de marquises, presentes no Centro histórico do Recife e aplicar a metodologia de inspeção proposta no Item 2.

O critério de escolha das estruturas a serem analisadas deu-se em função do potencial de risco que a marquise representava para a população em caso de colapso, da acessibilidade as partes da marquise, a zona ambiental à qual está inserida e ao nível de manifestações patológicas que apresentavam. Em função destes requisitos foram realizados quatro estudos de caso que apresentam falhas construtivas, patologias do concreto e erros comumente aplicados nas intervenções em marquises.

#### 3.1. Estudo de Caso 1 (M01)

O primeiro estudo de caso realizado foi o da marquise localizada na Rua do Bom Jesus no bairro do Recife Velho, Recife. A marquise com engaste na laje do piso do primeiro pavimento possui 110 metros de comprimento, 1,5 metros de largura, uma espessura média de 12,5 centímetros e 2,80 metros de pé direito. Esta marquise apresentava cerca de quarenta e três anos de construção e estar inserida na classe de agressividade ambiental III [3] e não possuía qualquer rotina de manutenção, apresentando conseqüentemente diversas patologias do concreto.

Dentre as manifestações patológicas encontradas, observou-se:

- Umidade;
- Desagregação do concreto do cobrimento nominal;
- Fissuras longitudinais e transversais;
- Armadura exposta;
- Corrosão das armaduras.

Um problema bastante comum nas marquises do Centro histórico do Recife é a exposição das armaduras, responsáveis pela aceleração do processo corrosivo. Esta patologia é decorrente de falhas durante o projeto e execução que não prevê um cobrimento nominal suficiente para garantir a proteção das armaduras.

Cobrimento nominal é a espessura mínima de concreto entre a superfície da armadura e a periferia da peça de concreto armado. As armaduras devem estar separadas da atmosfera, meio ambiente agressivo, em todas as direções.

Geralmente as marquises construídas antes da implementação da norma NBR 6118 (2003) possuem alto risco de apresentar armação aparente. Isto porque os cobrimentos nominais usados anteriormente a NBR 6118 (2003)





possuíam pequena espessura e não consideravam a ação agressiva do meio ambiente.

O cobrimento nominal insuficiente facilita a entrada de substâncias agressivas, como: oxigênio, íons cloreto, dióxido de carbono, entre outras. Estas substâncias causam a despassivação, corrosão e deterioração das seções de aço reduzindo a vida útil das estruturas. Uma das mais importantes contribuições da NBR 6118 (2003) consiste na relação entre o cobrimento das peças de concreto com a classe de agressividade, visando aumentar a durabilidade e vida útil das estruturas de concreto armado.

A marquise em questão, a M01, apresentava armaduras expostas em diversos pontos. Observa – se na Foto 01 a vista lateral da marquise M01 e na Foto 02 uma zona de exposição das armaduras da marquise em questão.



Foto 01 - Vista lateral da M01

Com o paquímetro foi medido o cobrimento nominal da marquise em uma das áreas de exposição da armadura. O cobrimento nominal encontrado foi de 1,91 cm, como mostram as Fotos 02 e 03. Portanto, esta marquise apresentou um déficit de cobrimento de 1,59 cm já que segundo os valores da nova norma, o cobrimento de lajes sujeitas ao nível de agressividade ambiental forte deveria ser de 3,5 cm [3].



Foto 02 - Medição do cobrimento nominal com paquímetro



Foto 03 - Leitura do paquímetro

Vale salientar que muitas das edificações do Centro da cidade do Recife foram construídas com cobertura nominal insuficiente para os parâmetros normativos atuais e que na época de suas construções estavam de acordo com a norma vigente. Para compensar este déficit de proteção das estruturas, estas edificações e suas respectivas marquises em estudo devem ser submetidas a uma rotina de inspeção e manutenção constante para prolongar sua vida útil.

Para esta marquise aconselha-se uma manutenção de caráter emergencial de forma que seja realizada uma nova impermeabilização, as seções de ferro comprometidas sejam substituídas e as demais limpas e o concreto reconstituído.

### 3.2. Estudo de Caso 2 (M02)

A segunda marquise estudada localiza-se na esquina da Rua da Imperatriz com a Praça Maciel Pinheiro, no bairro da Boa Vista, Recife. Esta marquise, a M02, com engastamento em vigas, também com bastante tempo de construção, está inserida em uma zona de agressividade ambiental do nível II [3] e apresenta sinais de intervenção na estrutura e não possuía qualquer rotina de manutenção preventiva.

Constatou-se que a M02 apresentava na data da inspeção (09/05/2009) as seguintes intervenções e patologias do concreto:

- Umidade;
- Presença de vegetação na zona superior da marquise;
- Quebra do trecho da marquise devido à locação de poste de iluminação;



- Furo na laje para a passagem da tubulação de drenagem das águas pluviais proveniente do telhado;
- Fissuras no sentido transversal da laje.

As manchas de umidade existentes apareceram devido à obstrução da tubulação de drenagem das águas pluviais proveniente do telhado (ver Foto 04) associada a uma impermeabilização falha, principalmente nas zonas próximas ao tubo de queda da drenagem pluvial próximo ao engaste.



Foto 04 - Tubulação de drenagem e manchas de umidade da M02

Foi constatado também que a intervenção realizada na laje da M02 para a colocação de um poste de iluminação executou-se sem o acompanhamento de um profissional qualificado, as armaduras de bordo foram rompidas e o concreto da laje quebrado desordenadamente. Esta intervenção está provocando um processo de fissuração em torno do rasgo. Essas fissuras apresentam-se nos sentidos transversais e radialmente em torno da seção feita. A Foto 05 mostra este problema. É necessário que haja um acompanhamento deste quadro de fissuração de modo que o problema seja corrigido o mais rápido possível.



Foto 05 - Corte na M02 para colocação de poste de iluminação

Outro fator observado durante a inspeção deste estudo de caso foi a proliferação de vegetação e fungos na superfície. Este problema é bastante comum nas marquises do Recife e de cidades que apresentem um grande





número de aves. As aves, e aí citam-se os pombos, são responsáveis pelo transporte de sementes que se depositam nas superfícies das lajes. Como esta é uma zona de difícil acesso, há o desenvolvimento de vegetação e principalmente de fungos. Veja a Foto 06.



Foto 06 - Desenvolvimento de vegetação na M02

Como proposta de reabilitação para a marquise M02 aconselha-se recuperar a área da laje que foi quebrada reforçando as armaduras que foram rompidas, reparar a camada de revestimento retirando todas as vegetações e fazendo um tratamento com solução de ácido clorídrico (HCl) e água para eliminar os microorganismos presentes e que se alimentam do concreto e do revestimento da laje.

### 3.3. Estudo de Caso 3 (M03)

O estudo da Marquise M03 foi fundamental para apresentar um problema bastante comum durante a fase de reforma de marquises, que é o escoramento errado das marquises.

A Marquise M03 localiza-se na Avenida Rio Branco, no bairro do Recife Velho, Recife. O prédio desta marquise realizava serviços de manutenção na fachada, assim como reformava trechos da marquise que apresentavam armaduras expostas. O problema principal encontrado foi a forma de apoio da marquise. A M03 apresentava pontaltes na zona do balanço e sob a sua superfície estavam dispostos andaimes e materiais que proporcionaram um aumento da sobrecarga. Veja as fotos 07 e 08 a seguir.



Foto 07 – Detalhe da reforma com homens, andaimes e materiais de construção em cima da M03.



Foto 08 - Escoramento incorreto da M03

Infelizmente é bastante comum, durante uma fase de reforma predial, escorar marquises em suas extremidades. Entretanto este procedimento pode ser o principal fator de instabilidade estrutural. O escoramento isolado da extremidade de uma marquise provoca uma alteração no comportamento estrutural da peça que, neste caso, passaria a trabalhar como uma estrutura engastada em uma extremidade e apoiada na outra.

A marquise com uma extremidade engastada e as demais livres, ou seja, caracterizando uma estrutura em balanço, só possui momento fletor negativo e sua armadura é dimensionada para combater apenas este momento negativo. Quando a marquise passa a ter uma extremidade apoiada surge no diagrama do momento fletor um momento positivo, situação que a armadura não está dimensionada para suportar. Para diminuir o valor deste momento fletor positivo, as escoras devem ser colocadas como mostra a Fig. 02, desta forma o momento positivo não será suficiente para danificar a peça. As escoras



sempre devem ser colocadas de dentro para fora e retiradas de fora para dentro, assim garantindo que a extremidade fique sempre em balanço.

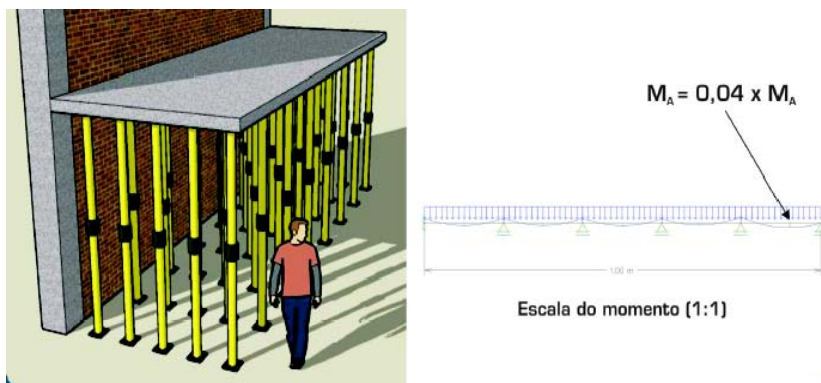


Figura 02 - Marquise com escoramento correto e seu diagrama de momento (Fonte: Medeiros, Grochoski, Helene, 2006).

### 3.4. Estudo de Caso do Colapso Parcial da Estrutura da Marquise Locada na Av. Marquês de Olinda

A estabilidade estrutural de uma marquise está diretamente ligada à condição de conservação de seu apoio. Por se tratar de elementos, muitas vezes de difícil acesso, as marquises são peças estruturais facilmente desprezadas durante as manutenções prediais. Quando estas são incluídas nas rotinas de manutenção, são muitas vezes para “maquiar” o problema, adotando apenas medidas paliativas que servem somente para encobrir ou disfarçar a patologia, agravando assim o problema.

As principais causas de acidentes envolvendo marquises devem-se: à corrosão de armaduras, à sobrecarga na estrutura, ao erro de projeto, ao mau uso da edificação, às falhas na execução e à infiltração de água. Contudo é preciso ter em mente que não é apenas um único caso que atua diretamente na marquise deteriorando-a, e sim o conjunto desses agentes degradantes que atuam na estrutura até que a mesma atinja seu estado último de serviço. Isto demonstra a importância da realização das manutenções preventivas.

Dois dias após as celebrações do carnaval de 2009, desabou um trecho da marquise do Edifício das Companhias Bahia localizada na esquina entre a Avenida Marquês de Olinda e a Rua Bom Jesus no bairro do Recife Velho – PE. Segundo análises realizadas, constatou-se que a edificação encontrava-se abandonada e não havia qualquer rotina de manutenção. Apesar de não ter causado nenhum dano físico, o desabamento desta marquise representa uma situação de extremo perigo para os comerciantes e transeuntes que trabalham nesta região, assim como também demonstra o descaso do proprietário e das autoridades competentes com o estado de conservação dos prédios históricos da cidade.



Durante a inspeção constatou-se que a marquise, com aproximadamente 2,0 metros de balanço, apoiava-se em consolos e estes, por sua vez eram engastados aos pilares de alvenaria da fachada.

Através de dados históricos e arquitetônicos, coletados no IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional) pode-se determinar que o edifício com uma arquitetura eclética da década de 30 teve sua marquise construída muito tempo depois da construção do edifício. Este fato é corroborado nas fotos do desabamento, em que percebe-se o “descolamento” do consolo do pilar de alvenaria. Ver Fotos 09 e 10.



Foto 09 - Colapso parcial de marquise no Centro histórico do Recife



Foto 10 - Trecho da Marquise que colapsou

Ainda durante a fase de avaliação preliminar encontrou-se diversas manifestações patológicas, entre elas pode-se destacar:

- Fissuras longitudinais das lajes e consolos indicando expansão das armaduras do concreto;
- Perda de seção resistente das armaduras que estão completamente expostas pela desagregação do concreto;
- Armaduras das telas das lajes rompidas;
- Infiltrações generalizadas ao longo de todos os painéis de laje das marquises;





- Presença de lodo e vegetação nas lajes e consolos.



Foto 11 - Consolo CO1 com armaduras corroídas e Lajes L1 e L2 fissuradas apresentando infiltração generalizada

Na Foto 11 acima apresentada, percebe-se um consolo de extremidade com perda de seção das armaduras de flexão e cisalhamento. As lajes apresentam presença de umidade e fungos resultantes de uma impermeabilização falha.

Constatou-se que o Edifício vizinho ao edifício das Companhias Bahia despejava as águas pluviais provenientes do telhado sobre a marquise em estudo que não foi dimensionada para suportar a força da queda d'água de aproximadamente 9 metros de altura, além do carregamento gerado pelo acúmulo da água. Esta água acumulou-se também pela falta de drenagem da marquise. Agravando a situação a impermeabilização do trecho de engaste dos consolos também estava desgastada o que intensificou o problema, provocando o colapso de parte da estrutura. Justamente a parte que estava mais sujeita aos esforços ocasionados pela queda das águas. Ver foto 12.



Foto 12 - Tubulação de deposição de águas pluviais sob a marquise

Pode-se afirmar que a falta de manutenção também foi um fator essencial para o desmoronamento da estrutura. É preciso atentar para quanto mais antigo for o edifício maior cuidado e fiscalização com os materiais constituintes deve-se ter.





## 4. Discussão dos Resultados

### 4.1. Introdução

O estudo realizado das marquises do Centro histórico do Recife teve como intuito obter um diagnóstico das condições atuais de conservação das marquises. Conforme comentado anteriormente, as inspeções realizadas basearam-se na metodologia de inspeção típica de marquises, proposta pelo engenheiro João Jordy Cassim (2006) [4] e descrita no item da Metodologia de Inspeção do presente artigo. Esta pesquisa teve a pretensão de quantificar a recorrência de patologias, intervenções e outros dados referentes às marquises em estudo com a intenção de obter o quadro geral do estado de conservação de todas as marquises do Centro histórico do Recife através de um espaço amostral representativo.

A rota de inspeção que determinou o espaço amostral passou pelas Ruas Imperatriz Tereza Cristina, Duque de Caxias, do Rangel e das Calçadas, com 25, 27, 27 e 42 marquises inspecionadas respectivamente. O estado de conservação das marquises do Centro histórico do Recife foi analisado quantitativamente com um espaço amostral de 121 marquises e as inspeções foram realizadas entre 09/05/09 e 27/07/09.

Foram escolhidas, para o espaço amostral, as marquises que ficam localizadas nestas ruas por apresentarem maior circulação de pessoas, pois são nestas ruas que existe a maior possibilidade do colapso estrutural causar um acidente. Nestas ruas existe uma grande circulação de pessoas devido ao Centro histórico possuir um comércio intenso, onde 89% das edificações localizadas na rota de inspeção que possuem marquise são edificações comerciais.

### 4.2. Análise Quantitativa das Patologias

De um espaço amostral de 121 (cento e vinte e uma) marquises analisadas construiu-se o gráfico da Fig. 03 para representar o percentual das principais manifestações patológicas encontradas nas marquises do Centro histórico do Recife. O gráfico da Fig. 03 mostra a reincidência das patologias nas marquises, ou seja, determina a percentagem de marquises que possuem uma determinada patologia. Analisando a reincidência das patologias, somando as percentagens de todas as manifestações patológicas, percebe-se que cada marquise, das 121 inspecionadas, possui em média 3,79 patologias. Apenas 7% das marquises de edificações do Centro da cidade do Recife incluídas na rota de inspeção determinada neste projeto de pesquisa não possuíam patologias.



### Percentual das Patologias

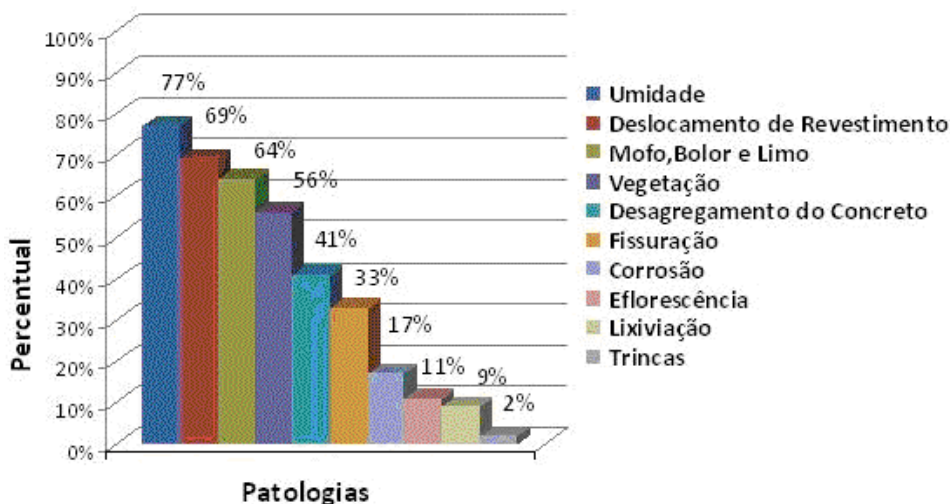


Figura 03 - Percentagem de manifestações patológicas encontradas nas Marquises do Centro histórico do Recife.

A partir da Fig. 03 percebe-se que a patologia mais atuante nas marquises é umidade (com 77%), seguida de descolamento cerâmico e de pintura (com 69%) e a incidência de mofo, bolor e limo (com 64%). Nota-se que essas patologias estão relacionadas e são provocadas também pela presença de umidade na estrutura provando assim que uma única manifestação patológica pode desenvolver outras patologias.

Outro problema patológico bastante incidente, com 56% das marquises analisadas, é o crescimento de vegetações nas estruturas, que inicialmente não representa grandes problemas, mas que se não for tratada em tempo pode enfraquecer a estrutura.

A desagregação do concreto manifestou-se em 41% das marquises estudadas. Esta patologia é bastante comum em edificações antigas, visto que era uma prática remota utilizarem saibros e outros materiais não aglomerantes na produção do concreto. Atualmente foi comprovado que esta técnica reduz a capacidade aglomerante do concreto, aumentando os vazios e tornando o concreto bastante poroso, friável e conseqüentemente com baixa aderência das armaduras. Concretos com estas características costumam desagregar-se deixando as armaduras expostas.

A presença de fissuras também foi um dado alto, cerca de 33%, visto que há diversas causas para a formação de fissuras, por isto, é comum que haja uma percentual tão elevado. Vale a pena destacar que, uma grande parte das fissuras foi ocasionada devido a intervenções na estrutura provocadas pelos próprios proprietários, mostrando uma má utilização das marquises. Foram encontradas muitas fissuras próximas a letreiros, regiões de contato entre marquises, recortes e furos feitos na laje, entre outras intervenções que foram responsáveis por ocasionar um quadro de fissuração.



Ainda de acordo com a Fig. 03, a corrosão das armaduras apresentou-se em apenas 17% das marquises inspecionadas. Entretanto é importante ressaltar que o dado estatístico deste tipo de manifestação patológica foi influenciado pela dificuldade de determinar a existência da corrosão sem o auxílio de ensaios. Foram feitas apenas inspeções visuais para a determinação das patologias, desta forma a percentagem de corrosão foi influenciada pelo número de marquises com armaduras expostas. Em alguns casos o diagnóstico foi dado baseando-se em sinais apresentados pelas marquises, como por exemplo, manchas avermelhadas e fissuras no sentido das armaduras, conforme Helene (1992) [5] tem considerado.

A eflorescência e a lixiviação foram encontradas em 11% e 9% respectivamente das marquises do Centro histórico do Recife. Essas patologias aparecem de forma combinada, já que ambas ocorrem pela dissolução do hidróxido de cálcio da pasta de cimento devido à presença de água nos poros do concreto. Acredita-se que as percentagens destas patologias devem ser maiores que as indicadas pela pesquisa, pois a simples troca do revestimento da marquise esconderia os sintomas da patologia dificultando sua identificação.

As trincas foram à manifestação patológica menos incidentes nas marquises do Centro histórico do Recife, apresentando-se 2% das estruturas analisadas. Apesar de representar um percentual pequeno em relação às demais patologias encontradas, as trincas são fissuras com espessuras maiores, ou seja, é uma patologia que indica um alto grau de deterioração da estrutura e uma grande possibilidade de colapso. Portanto, é essencial que este problema sendo encontrado seja tratado em caráter emergencial.

#### **4.3. Análise Quantitativa das Armaduras Expostas e da Existência da Rotina de Manutenção**

Foi realizado, também, um levantamento da quantidade de marquises que se encontra com armaduras expostas, contribuindo assim para a corrosão das ferragens e, por conseguinte instabilidade estrutural. Foi constatado em análise inicial que 18% das cento e vinte e uma marquises estudadas, apresentam armaduras expostas.

Para as marquises que possuem armadura exposta foi possível realizar a medição do cobrimento nominal dessas peças de concreto armado. Desta forma foi possível verificar se o cobrimento nominal destas estruturas está inferior ao proposto pela NBR 6118 (ABNT, 2003). Foram levados em consideração o cobrimento nominal 2,5cm e 3,5cm para marquises localizadas respectivamente nas classes de agressividade ambiental II e III. Desta forma, 73% das marquises que apresentam armadura exposta possuem o cobrimento nominal inferior ao exigido pela norma vigente.

Uma vez que a presente pesquisa se propôs a analisar a conservação das estruturas das marquises do Centro histórico da cidade do Recife, foi analisado também àquelas que apresentam rotina de manutenção, visto que na



maioria dos casos, a manutenção preventiva é um passo indispensável para a conservação e o prolongamento da durabilidade das estruturas.

Constatou-se que apenas 24% das marquises analisadas realizam manutenção preventiva enquanto que 76% não têm uma rotina de manutenção preventiva. Como existe um número bastante elevado de edificações antigas com marquises e devido aos casos mais recentes de desmoronamentos envolvendo estruturas de marquises que vieram reforçar a necessidade de inspeções dessas estruturas, esse dado torna-se preocupante.

#### 4.4. Análise Quantitativa das Intervenções nas Estruturas das Marquises

As patologias são muitas vezes ocasionadas pela agressividade do meio ambiente devido à força da natureza, porém muitas patologias surgem ou se intensificam por causa da intervenção negativa do homem nas estruturas. Levantou-se a quantidade de marquises do Centro histórico do Recife que sofreram intervenções que prejudicam a conservação da estrutura, portanto reduzindo sua vida útil. De acordo com o levantamento feito no Centro histórico do Recife, 80% das marquises do espaço amostral desta pesquisa sofreram algum tipo de intervenção negativa.

Foram observadas diversas intervenções nas estruturas das marquises do Centro histórico do Recife, como a escoramento errado da peça em balanço para a realização de reforma, situação citada no Estudo de Caso M03. No espaço amostral desta pesquisa foi constatada em média 1,26 intervenções por marquise inspecionada, mas foram só analisadas as intervenções que mostraram uma reincidência maior ou igual a 5%. A Fig. 04 mostra as percentagens das intervenções, que são prejudiciais às estruturas das marquises, mais comuns no Centro da cidade do Recife.

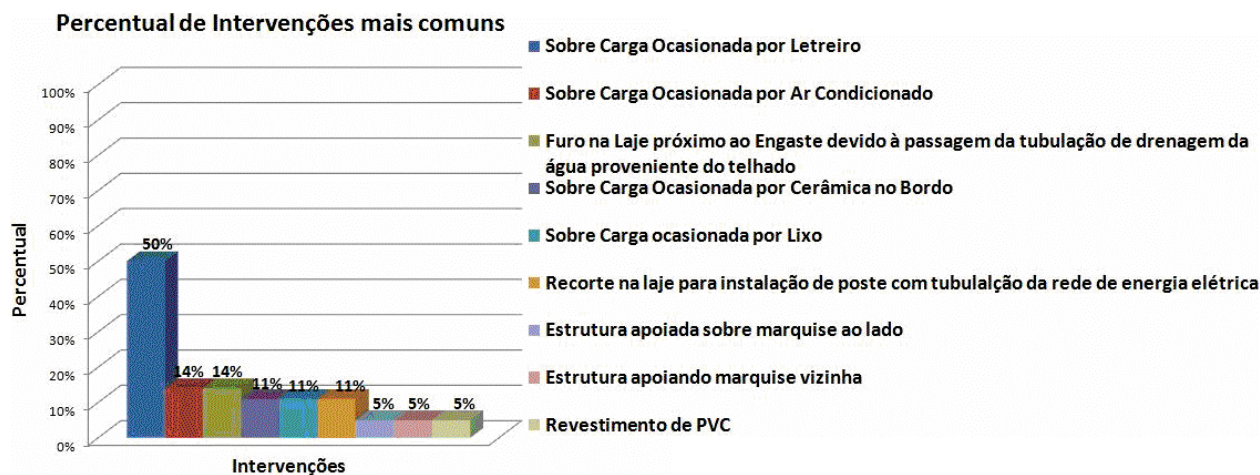


Figura 04 - Percentual das intervenções negativas mais comuns às estruturas das marquises





Analisando a Fig. 04, os dados que merecem destaque são as porcentagens das sobrecargas: ocasionado por letreiro (50%); ocasionada por ar condicionado (14%); ocasionada por cerâmica no bordo da marquise (14%) e ocasionada por lixo (11%). Estas sobrecargas podem levar as marquises a um quadro de fissuração. Além das fissuras o ar condicionado ou lixo possuem um agravante, que são o lançamento de água constantemente na estrutura e a retenção da água na parte superior da marquise.

Existem alguns cenários no ambiente em estudo, onde algumas marquises são executadas, construídas, com umas das extremidades em cima da marquise vizinha. A marquise que apóia a estrutura vizinha estar recebendo uma sobrecarga e a marquise que estar sendo apoiada passa da condição de balanço para a condição de apoio na extremidade apoiada, fazendo com surja o aparecimento de momento positivo, condição a qual ela provavelmente não foi dimensionada. Segundo a Fig. 04, este cenário estar presente em 10% das marquises inspecionadas.

Segundo a Fig. 04, 14 % das marquises em estudo tiveram sua laje furada, próximo ao engaste, para a passagem da tubulação de drenagem das águas pluviais proveniente do telhado e 11% das marquises tiveram sua laje recortada para instalação de poste da rede de energia elétrica. Quando a marquise é recortada a estrutura perde uma certa área de ferro comprometendo o combate ao momento fletor. Esta problemática é agravada quando a perda de ferro ocorre perto do engastamento, pois é nesta região onde se encontra os momentos mais altos.

Foi constatado que 5% das marquises do espaço amostra desta pesquisa estão revestidas de PVC. Esta foi a solução mais econômica encontrada por alguns proprietários para melhorar a estética de suas lojas, assim escondendo as imperfeições do estado de conservação das marquises. Esta solução é muito perigosa, pois dificulta a inspeção da estrutura acarretando em um diagnóstico incompleto, podendo assim a marquise ruir de forma inesperada.

## 5. Considerações Finais

As estruturas de concreto armado sofrem, além das ações mecânicas impostas, as ações de agentes físicos, químicos e biológicos, que vão contribuir para a deterioração do concreto e das armaduras ao longo do tempo. É essencial considerar corretamente, ainda na fase de projeto, todos os conjuntos de ações que possam atuar durante a vida útil prevista bem como planejar as estratégias para a manutenção preventiva da estrutura.

Apesar de cada vez mais clara, para pesquisadores de estruturas de concreto e de tecnologia das construções, a necessidade da manutenção estrutural como requisito essencial para que as edificações tenham a durabilidade assegurada, estes conceitos são ainda recentes do ponto de vista científico, mesmo a nível internacional, devendo ser ainda motivo de extensos estudos e pesquisas.





É preciso também atentar para a importância da manutenção preventiva nas estruturas das marquises, principalmente dos prédios históricos sujeitos a uma zona de agressividade ambiental de grau III, visto que estes prédios também importantes no sentido de que guardam a história de uma época. É imperiosa a necessidade de aumentar a responsabilidade dos proprietários das edificações, incentivando a rotina de manutenção e a regulamentação do uso e a conservação das edificações na preservação dessas edificações.

A prefeitura e os órgãos competentes devem trabalhar com os proprietários das edificações no sentido de esclarecer e conscientizá-los da importância da atuação dos profissionais de engenharia na execução de serviços. Por exemplo, o proprietário de uma edificação com marquise antes de instalar qualquer aparato que se torne um carregamento adicional na mesma deverá consultar um engenheiro calculista.

Vale salientar que os engenheiros precisam se informar sobre o aparecimento de erros como escoramentos incorretos, utilização de cobrimentos insuficientes, assim como outras falhas executivas e de projetos muito comuns nas marquises.

Aconselham-se também cuidados redobrados com os tipos e as camadas de impermeabilizações assim como também devem ser analisadas as questões relacionadas à drenagem das águas pluviais a fim de impedir o acúmulo de água e conseqüentemente a presença de umidade e carga adicional na estrutura.

## 6. Referências Bibliográficas

- [1] E. K. Castro, Desenvolvimento de metodologia para manutenção de estruturas de concreto armado, Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, 185p, dezembro, 1994.
- [2] J.C.T.S. Clímaco, A.A., Nepomuceno, Parâmetros para uma metodologia de manutenção de estruturas de concreto, 36a Reunião Anual do IBRACON – Instituto Brasileiro do Concreto, Vol. 1, pp 109-119, Porto Alegre, Setembro (1994).
- [3] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6118/2003: Projeto de Estruturas de Concreto. Rio de Janeiro, 2003.
- [4] JORDY, J.C. & MENDES, L.C. Análise e procedimentos construtivos de estruturas de marquises com propostas de recuperação estrutural. Dissertação (Doutorado) Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro. 2006.
- [5] HELENE, Paulo R. L. Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto. 2ª Edição. São Paulo: Pini, 1992.