Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções
CBPAT2016

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO REVESTIMENTO FULGET DA FACHADA DO CENTRO DE COMBUSTÍVEIS DA UFRGS

A. PAIM
Profissão Arquiteta e Urbanista
e-mail alebhp@gmail.com

A. ANDRADE
Profissão Arquiteta e Urbanista
e-mail amandacoffiandrade@gmail.com

C. POLI
Profissão Arquiteta e Urbanista
e-mail claudiapoli@gmail.com

G. CECHIN
Profissão Engenheira Civil
e-mail gabrielacechin@gmail.com

J. ALMEIDA
Profissão Engenheiro Civil
e-mail jasscarnival@gmail.com

R. ROJAS
Profissão Engenheira Civil
e-mail rosangelrojasa@hotmail.com

A. MASUERO
Profissão Engenheira Civil
Email angela.masuero@ufrgs.br
UFRGS, RS, Brasil

RESUMO

A evolução da tecnologia dos materiais e dos projetos resulta em edificações cada vez mais leves e esbeltas. Esse fato, aliado com a rapidez na execução, faz com que ocorra o surgimento de manifestações patológicas em idades precoces, ocasionando a diminuição da vida útil da edificação. É nesse sentido que este trabalho objetiva a caracterização das diferentes manifestações patológicas de fachadas e a identificação das técnicas adotadas na construção de um prédio de propriedade da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), localizado em Porto Alegre/RS. Ainda, o presente estudo enfatiza as possíveis causas dessas manifestações e dá sugestões de intervenções, a fim de garantir o desempenho e a extensão da vida útil, especificamente, do revestimento fulget, o qual é resultado da combinação de cimento, aditivos e granulados de pedras naturais. A metodologia consistiu em averiguação em campo, através de análise visual (registro fotográfico, identificação de manifestações patológicas e medição de fissuras), termografia, levantamento por percussão (até 1,70 m de altura) e ensaio de absorção de água (CSTC- NIT 224 – Método do "Cachimbo"). Após os levantamentos em campo, foram compilados os dados de cada fachada e verificou-se que 77% do total da área de fachada do edifício apresentam alguma manifestação patológica, sendo que 62% da fachada possui revestimento com fulget. Na inspeção visual, determinou-se que a área com o revestimento em questão mostra, em quase toda a extensão sintomas de abaulamentos, e a área ensaiada no teste de percussão apresentou som cavo em quase a totalidade dos sítios, o qual foi corroborado pelo ensaio de emissividade térmica (termografia).
Palavras-chave: Manifestações patológicas, levantamentos, fulget, revestimento, fachada.

ABSTRACT

The evolution of technology of materials and designs results in buildings increasingly light and slender. This fact, associate with the speed of execution, it make happens the appearance of pathological manifestations at an early age, causing a decrease in the service life of the building. In this sense, this work aims to characterize the different pathological manifestations in facades and to identify techniques used to build a building owned by the Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS), located in Porto Alegre / RS. Furthermore, the present study highlights the possible causes of these manifestations and gives suggestions of interventions in order to guarantee the performance and service life extension, specifically, the fulget coating which is a result of the cement mix, additives and granulated natural stones. The methodology consist of the examination in the field, through visual analysis (photographic record, identification of pathological manifestations and measurement of cracks), thermography, survey by percussion (up to 1.70 m height) and by water absorption test (NIT CSTC- 224). After the field surveys, the data of each facade were compiled and it was found that 77% of the total building facade area have some pathological manifestation, and 62% of the facades has coat with fulget. In visual inspection, it was determined that the area with the coating in question shows in almost the entire length symptoms of cambers, and assayed area in the percussion test showed hollow sound in almost all of the sites which was confirmed by Thermal Emissivity Test (thermography).
Keywords: pathological manifestations, surveys, fulget, coating, facade.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

1. INTRODUÇÃO

A crise e a escassez de recursos que tem acompanhado o setor público, nos últimos tempos, e a necessidade de executar obras em prazos sempre menores, aliado às deficiências de mão de obra, tem provocado uma piora na qualidade das edificações, como demonstram as várias manifestações patológicas que podem ser observadas na maioria dos edifícios públicos [1].

Essas manifestações podem provocar não somente o descontentamento nos usuários desses prédios, pelo aspecto estético ou receio de um possível comprometimento da edificação, como também pode por em risco a vida dos usuários, a partir do momento que estas manifestações podem, em altura, assumir queda livre, ou propiciar proliferações fúngicas e bacterianas que podem elevar riscos respiratórios.

O CECOM (Centro de Combustíveis, Biocombustíveis, Lubrificantes e Óleos) constitui-se um setor de atividade do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). O prédio que abriga o CECOM localiza-se na Av. Bento Gonçalves, 9500, Setor 6, Prédio 43.800, no Bairro Agronomia, em Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

O presente trabalho pauta-se no estudo das manifestações patológicas existentes no revestimento de fachada do tipo fulget dessa edificação. O relatório exposto neste trabalho foi realizado pela turma de Patologia das Edificações, disciplina do curso de mestrado acadêmico em engenharia civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul sob a orientação da Prof. Dra. Angela Borges Masuero.

2. CARACTERIZAÇÃO

2.1 Insolação

Todas as fachadas passam por pontos de insolação e sombreamento ao longo do dia, sendo expostas a diferentes tipos de variações climáticas.

A fachada sudoeste é a mais sombreada, pois recebe muito pouco sol no inverno. Recebe insolação apenas nas primeiras horas da manhã e nas últimas horas da tarde, causando alguns problemas como a umidade e mofo, por exemplo. As orientações nordeste e noroeste, por sua vez, têm características similares em termos de insolação, embora em momentos diferentes do dia. As fachadas voltadas para nordeste recebem sol pela manhã, do nascente ao meio-dia. Nas fachadas voltadas para noroeste, ocorre o contrário: recebem sol pela tarde (do meio-dia ao ocaso). Em geral, ambientes voltados para oeste tendem a ser mais quentes do que os voltados para o leste, apesar de receberem o mesmo número de horas de sol, porque recebem sol no momento em que a inércia térmica proveniente da noite anterior (frescor noturno) já foi vencida [2].

Essas situações de elementos no entorno, temperatura, umidade, insolação e sombreamento pelas quais o prédio do CECOM está submetido constituem-se, dentre outros fatores, como causas do surgimento de algumas manifestações patológicas, conforme pode ser verificado a seguir.

2.2 A Edificação

A estrutura da edificação é composta por vigas e pilares de concreto armado. As paredes de vedação são de alvenaria. A cobertura possui telhas de fibrocimento ocultas por uma platibanda que recebe capeamento metálico no corpo principal da edificação. Os volumes adicionados ao corpo principal da edificação não recebem capeamento na platibanda para proteger a alvenaria, fato que será objeto de análise posterior.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459



Figura 1: Foto da fachada principal e do acesso principal



Figura 2: Foto da fachada principal marcado por volume arredondado sem capeamento

As paredes externas possuem, aproximadamente, 20cm de espessura, sendo utilizados três diferentes acabamentos nos revestimentos externos: plaqueta cerâmica, fulget e aplicação de pintura sobre reboco.



Figura 3: Especificação de revestimentos externos

A edificação encontra-se atualmente com diversas manifestações patológicas em todas as fachadas.

3 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

As edificações estão sujeitas a uma grande variedade de ações devidas a fenômenos de origem natural ou à própria condição de utilização [3], sendo que, de acordo com [4], externamente, a construção sofre a ação dos ventos, chuvas, luz, calor, emissões gasosas, vibrações e variações térmicas e de umidade, e também, internamente, os efeitos da ventilação (ar quente e frio), umidade e condensação. Isto é, as edificações estão expostas a diferentes tipos de degradação, o que resulta em danos e manifestações patológicas.

3.1 Fissuras e Trincas

Os edifícios, geralmente, apresentam inúmeras manifestações patológicas, sendo algumas com maior ou menor significância e com diferentes consequências. [5] destaca a fissura como sendo a mais importante no momento da verificação devido a três aspectos essenciais: o aviso de algum estado severo e perigoso na estrutura, o comprometimento do desempenho da obra em estado de utilização e o constrangimento psicológico que a fissuração exerce sobre os usuários.

Quanto à definição, existem muitas divergências e formas de classificação, mas, de acordo com [6], os autores definem as fissuras como as aberturas com menos que 0,5 mm de espessura, e as trincas como aquelas com medidas iguais ou superiores a 0,5 mm. De outra forma, [7] defendem uma divisão e conceituação diferentes: microfissuras, abrangendo as aberturas inferior a 0,2 mm; fissuras, para as medidas entre 0,2 e 2 mm, e como gretas as aberturas com mais de 2 mm.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

Além dessa classificação quanto à abertura, podemos classificar também quanto à atividade (ativas ou estabilizadas), forma (isoladas e disseminadas), causas (sobrecargas, retração/expansão, recalque de fundações, entre outros) e também direção (horizontal, vertical e diagonal).

Neste trabalho, o enfoque principal de revisão bibliográfica será em fissuras e trincas com maior ocorrência, relacionado-as às causas:

1. Fissuras causadas por reações químicas: fissuras causadas por reações químicas são predominantemente horizontais e ocorrem pela expansão da junta da argamassa provocada pela alteração química indesejável dos materiais constituintes [5]. De acordo com [8], é comum existirem sais solúveis em excesso que podem sofrer reações expansivas na cristalização, resultando em fissuras, sendo a hidratação retardada da cal um exemplo disto. Conforme [5], as fissuras ocorrerão preferencialmente no tipo das paredes onde a influência do peso próprio é menor.

2. Fissuras causadas por sobrecargas em torno de aberturas: fissuras por sobrecargas em torno de aberturas ocorrem em paredes de alvenaria descontínuas, com uma ou mais aberturas, submetidas a carregamentos de compressão excessivos e têm como característica a formação das mesmas a partir dos vértices de aberturas [5]. As fissuras decorrentes destas concentrações ocorrem principalmente quando não são executadas vergas e/ou contra-vergas, elas não apresentam o transpasse necessário (mínimo de 30 cm).

3. Fissuras causadas por movimentações higroscópicas: é importante ressaltar que a quantidade de água absorvida através de um determinado material está relacionada diretamente com a porosidade e capilaridade, sendo que a força de sucção, provocada pelo efeito da capilaridade, é inversamente proporcional à espessura dos poros abertos. Dessa maneira, quanto menor a espessura dos poros, maior a tendência de sucção. O material de construção, ao ter os poros totalmente preenchidos com água, expande o volume e contrai à medida que perde água por evaporação, ocasionando, através do aumento/diminuição por higroscopicidade, a fadiga do material e o desenvolvimento de fissuras [5].

4. Fissuras causadas por retração de produtos a base de cimento: são as fissuras ocasionadas por retrações do revestimento argamassado quando fresco e endurecido, sendo que essas retrações são decorrentes de fatores como retração química entre cimento e água e retração por secagem de água excedente empregada na preparação da argamassa (a evaporação gera forças capilares equivalentes à compressão, resultando em redução de volume e fissuras) [5].

3.2 Descolamento e Desplacamento do Revestimento de Argamassa Decorativa Cimentícia (Fulget)

Segundo [9], o revestimento de fulget pertence à família de massas, onde se inclui a massa de quartzo e a granilha, sendo sua base cimentícia, com adições de minerais, cal, óxido de ferros e pigmentos. Esse revestimento não possui padronização ou normas que regulamentem a fabricação da massa, mas possui diferentes pedras (mármores, granitos naturais, calcáreos, arenitos, quartzos, etc.) e cimento.

O fulget apresenta-se como alternativa aos revestimentos tradicionais, mas exige cuidados com a aplicação e com a adoção de juntas de dilatação. O material apresenta espessura média entre 8 mm e 10 mm e é aplicado com desempenadeira e é, depois, compactado. Antes da secagem completa, recebe um jateamento de água, para retirar o excesso de cimento, fazendo com que os grãos fiquem expostos na superfície [10].

De acordo com [11], a camada de emboço tem um importante papel no desempenho do conjunto de camadas. É a camada de revestimento de argamassa que recebe a camada de acabamento e tem como função a regularização da superfície. Deve também possuir a capacidade de distribuir e absorver tensões das movimentações diferenciais que ocorre entre a camada de revestimento cerâmico e a base.

A norma NBR 13749 [12] indica as espessuras admissíveis de revestimentos internos e externos para cada emboço e camada única, conforme a Tabela 1.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

Tabela 31 - Espessura do revestimento segundo a NBR 13749:2013

Revestimento	Espessura (mm)
Parede interna	$5 \leq e \leq 20$
Parede externa	$20 \leq e \leq 30$
Tetos interno e externo	$e \leq 0{,}20$

A espessura total do conjunto "reboco, emboço e revestimento decorativo", segundo a norma, não deve ultrapassar 20 mm de espessura. Esse tipo de revestimento requer a aplicação sobre um emboço sarrafeado e bem rugoso, para que tenha boa aderência [10].



Figura 4:44 Desplacamento do Revestimento de Fulget

O revestimento do tipo Fulget possui alta porosidade em sua superfície, permitindo uma significativa penetração de água em seu interior, o que pode levar a manifestações patológicas, como descolamentos e possíveis destacamentos do revestimento. Segundo [13], a absorção de água, na forma líquida ou de vapor, ao contrário da simples absorção de água retida apenas nos poros do material, provoca modificações na sua própria estrutura, com aumento de volume, causando o fenômeno da dilatação higroscópica.



Figura 5:45 Descolamento na interface emboço/revestimento



Figura 6:46 Desplacamento do fulget

[13] afirma, ainda, que o descolamento é um problema causado pelo incremento da deficiência na aderência das ligações entre as camadas que constituem o sistema de revestimento. O mesmo ocorre ao longo do tempo e não está associado, necessariamente, à queda imediata do revestimento. Inicia-se com a ruptura na interface entre camadas, como mostra a Figura 5, e com a formação de bolsões que se propagam, tornando o sistema de revestimento instável estruturalmente. A manifestação patológica nunca é atribuída a uma única causa. Geralmente, é resultante da combinação de vários fatores.

3.3 Umidade

A presença de água é responsável por grande parte dos danos verificados em edificações, tanto nas históricas quanto nas contemporâneas, sendo o principal veículo para alguns mecanismos de deterioração [14]. A água é um fator de degradação que interfere na durabilidade dos revestimentos de fachada [15]. [16] também afirma que a umidade é a causa ou o meio necessário para a grande maioria das patologias em construções.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

Os efeitos da umidade na construção podem apresentar-se das seguintes formas: proliferação de colônias de fungos e bactérias que causam danos à saúde; degradação das fachadas, envelhecendo prematuramente a construção; danos à estrutura, ocasionando corrosão das ferragens, que, ao aumentar seu tamanho em até oito vezes, pressiona o concreto que protege a ferragem até descolar e a deixar aparente; surgimento de arbustos nas fachadas, telhados, pilares, calhas, etc., descolamento das argamassas de revestimento, deixando a alvenaria aparente que vai se deteriorar ainda mais com as águas projetadas pela chuva e pela ação dos ventos [17].

De acordo com [14] as causas da presença de umidade nas edificações estão relacionadas com:

a) Umidade ascensional proveniente do solo;
b) Absorção e penetração da água da chuva (também chamada de umidade de infiltração);
c) Umidade de condensação;
d) Umidade devido à higroscopicidade dos materiais;
e) Umidade incorporada durante o processo de construção;
f) Umidade acidental.

3.4 Depósitos Salinos

Os depósitos de sais são conhecidos como florescências e são divididos em dois grandes grupos: criptoflorescências (ou subflorescências), que são as florescências internas não visíveis e também as eflorescências [18]. Segundo [13], as eflorescências são definidas como depósitos de sais, principalmente, alcalinos e alcalino-terrosos, presentes na superfície de alvenarias ou revestimentos, provenientes da migração de sais solúveis presentes nos materiais ou até mesmo componentes da alvenaria. Além disso, de acordo com [19], o fenômeno é caracterizado pela formação de uma substância de aparência cristalina ou filamentosa, geralmente, de cor esbranquiçada e que aflora à superfície, alterando o aspecto visual.

A origem da eflorescência, conforme [20], é encontrada em argilas e tijolos crus. Os sais são consolidados, permanentemente, por cocção ou por temperatura elevada durante a fabricação. As eflorescências são diferenciadas por: secagem (produzidas pela ação do ar livre nas argilas antes de serem moldadas), secador (produzida pela ação do ar industrial contaminado por argilas tratadas mecanicamente) e de forno (eflorescências de secador consolidadas). O fenômeno necessita de algumas condições para ocorrência, tais como: infiltração de água, presença de sais solúveis, possibilidade de evaporação e alto índice de absorção dos materiais, podendo ser evitado com a eliminação de qualquer um destes fatores [21].

Em relação às consequências, o tipo de dano, material, estético ou associado à umidade, que a eflorescência pode causar aos materiais porosos, depende, em grande parte, da profundidade da cristalização. Quando a cristalização ocorre na superfície (eflorescência) pode causar anomalias estéticas, maior infiltração de água e condições insalubres com irrisória desagregação de material. Em contrapartida, quando ocorrerem tensões internas (criptoflorescência) podem causar danos materiais e desprendimento de revestimento [22].

No presente trabalho, podemos verificar a presença de eflorescência em revestimentos cerâmicos na fachada, conforme as figuras 8 a 11.



Figura 7: Foto panorâmica da fachada



Figura 8: Locais de instalação dos ar condicionados na fachada sudoeste – detalhes e danos associados



Figura 9:47 Locais de instalação dos ar condicionados na fachada sudoeste – detalhes e danos associados



Figura 10:49 Locais de instalação dos ar condicionados na fachada nordeste – detalhes e danos associados



Figura 11:48 Locais de instalação dos ar condicionados na fachada sudeste – detalhes e danos associados

4. METODOLOGIA

O trabalho foi realizado através de etapas iniciadas em sequência. Entretanto, as suas durações foram sobrepostas. A Figura 12 apresenta a identificação dessas diferentes fases.



Figura 12: Identificação das etapas da pesquisa

A metodologia adotada para este projeto de pesquisa foi dividida em seis etapas, sendo cada uma delas descritas a seguir.

4.1 Levantamento do histórico do prédio

Foram efetuadas a caracterização do entorno e do terreno da edificação e foram levantadas as características e as divisas de cada uma das posições solares das fachadas, sendo elas a noroeste, a nordeste, a sudoeste e a sudeste. Além disso, nesta etapa, foi realizada a caracterização da edificação e do revestimento e foi estudado o histórico do local desde a data da concepção do projeto para a construção do prédio.

4.2 Levantamento bibliográfico das manifestações patológicas

Foram realizadas pesquisas em publicações constituídas por trabalhos científicos nacionais e internacionais (artigos publicados em congressos e revistas científicas, dissertações e teses), a fim de esclarecer sobre as principais falhas observadas e levantadas no prédio em estudo, sendo elas: manchas por umidade, descolamentos e desplacamentos, entre outras.

4.3 Constatação em campo

A constatação em campo compreendeu levantamentos e ensaios, sendo eles: levantamento por análise visual, termografia, percussão e ensaio de absorção de água.

4.3.1 Levantamento por análise visual

O levantamento por análise visual constitui-se na identificação das manifestações patológicas presentes na fachada. Embora seja uma ferramenta simples, é de grande importância, visto que registra os danos existentes e que deve ser realizada de forma sistemática, sendo necessário fazer a inspeção da totalidade das fachadas da construção.

Essa análise conteve diferentes etapas, como o registro fotográfico, a identificação de manifestações patológicas e a medição de fissuras, comprimento e espessura, com fissurômetro. Foram analisados, além dos grandes panos de revestimento de fachada, também os pontos críticos, como o topo do prédio, mudanças de plano, detalhes de fachada, cantos de esquadrias, juntas de dilatação, algerozes, pingadeiras, tubulações de água pluvial e de ar condicionado. No registro fotográfico, todas as fachadas foram fotografadas de forma sistemática, capturando-se uma imagem geral que possibilita a localização das manifestações patológicas, e então fotografando em *zoom*, mais aproximadamente, as anomalias encontradas.

As manifestações patológicas e suas respectivas dimensões foram identificadas e localizadas em uma imagem impressa da fachada com posterior digitalização em plantas no software AutoCAD, sendo criada uma legenda conforme apresentado na Figura 13.

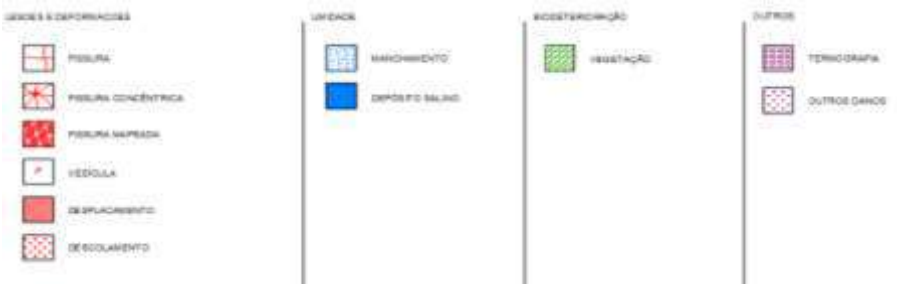

Figura 13: Legenda utilizada para representar as manifestações patológicas nos desenhos das fachadas

4.3.2 Levantamento por termografia

A termografia é uma técnica não destrutiva que tem por objetivo analisar o perfil de temperaturas na superfície do corpo, tornando possível detectar regiões na superfície do corpo que apresentem uma diferença de temperatura em relação ao restante do corpo, indicando, dessa forma, a possibilidade de defeitos nessa superfície ou abaixo dela [23]. Além disso, pode ser utilizada para detectar agentes ocultos responsáveis por patologias visíveis, mas, principalmente,

como instrumento de engenharia preventiva. Nesse caso, é possível localizar anomalias não aparentes em fase inicial e definir as intervenções necessárias para evitar danos maiores às edificações [24]. O equipamento utilizado para avaliação da totalidade das fachadas foi o FlirT400, de acordo com informações do fabricante.

4.3.3 Levantamento por percussão

Para verificação das condições de aderência do revestimento, é realizado o ensaio percussão sobre a superfície. Esse ensaio,não normalizado, consiste na aplicação de impactos leves com martelo de cabeça de borracha, verificando se ocorrem sons cavos ("ocos"). Optou-se por realizar o ensaio apenas nas zonas alcançáveis, até 1,70 metros, a partir do nível do térreo, e com intervalos de até 10 cm na vertical e na horizontal.

Na execução deste procedimento, foram impressas as fachadas do prédio em folha A3 e, durante a percussão, outro membro da equipe registrava, nos desenhos, as zonas descoladas identificadas. Posteriormente, digitalizaram-se tais desenhos, com o auxílio do software AutoCAD. Por indisponibilidade dos usuários da edificação, a fachada nordeste não pode ser ensaiada com percussão. A Figura 14 (a) mostra a execução deste levantamento.

4.3.4 Ensaio de absorção de água

De forma a avaliar o desempenho dos revestimentos quanto à ação da água líquida sob baixa pressão, foi utilizado o método proposto pelo CSTC - NIT 224, popularmente conhecido como "Método do Cachimbo". Esse ensaio mede a permeabilidade e a absorção de água da superfície e constitui-se de um tubo de vidro em formato de "L", com gradação em décimos de ml, que varia de 0,0 ml a 4,0 ml, com uma borda plana circular no fundo, que é fixada na superfície do revestimento, com massa de calafetar para evitar a perda de água [25].

Na edificação analisada, foram fixados 8 tubos, sendo 4 sobre o revestimento do tipo fulget (2 tubos centralizados e 2 tubos nas juntas) e 4 sobre as plaquetas cerâmicas (2 tubos centralizados nas plaquetas e 2 tubos nas juntas de assentamento) com realização de leituras minuto a minuto até o total de 15 minutos. Neste trabalho, serão considerados apenas os resultados do fulget.

É importante ressaltar que o método foi aplicado somente na fachada noroeste, considerada, após análise inicial, como a fachada com maior presença de manifestações patológicas. A Figura 14 (b) mostra a execução desse ensaio.



Figura 14: (a) Levantamento de percussão em fachada (b) Ensaio de absorção de água

4.4 Apresentação dos resultados

Nesta etapa, são apresentados, qualitativamente e quantitativamente, os resultados para cada levantamento e ensaio, separadamente por fachada, com análise das causas, localizações e possíveis consequências das anomalias.

4.5 Recomendações e intervenções sugeridas

Neste item, são apresentadas propostas de intervenções, a fim de recuperar as anomalias, juntamente com o acervo fotográfico das manifestações patológicas, resultado da inspeção visual, e são exibidas as prováveis causas relacionadas à ocorrência do dano.

5 RESULTADOS

A inspeção predial do Centro de Combustíveis, Biocombustíveis, Lubrificantes e Óleos (CECOM) foi dificultada pelos responsáveis pela edificação. Por essa razão, não foi permitido realizar todos os ensaios previstos inicialmente, para poder proceder à análise completa das manifestações patológicas do edifício.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

Apesar da inspeção condicionada, foi possível observar uma ampla variedade de problemas, onde 77% do total da área de fachada do edifício apresenta alguma manifestação patológica. Dessa forma, os resultados aqui apresentados estão baseados nos testes realizados, podendo ser conservadores frente ao risco real que a edificação apresenta.

Cada fachada apresenta tipos e quantidades de manifestações patológicas diferentes, sendo a de maior impacto visual o desplacamento do fulget, onde o maior risco é produzido pelo potencial colapso do material descolado, que só pode verificar-se com os ensaios de percussão e termografia. As causas possíveis dessa patologia associam-se à ausência ou má construção das juntas, à falta de aderência, à dilatação higroscópica da base ou à ausência de rugosidade da camada da base.

A vulnerabilidade da edificação ante o desplacamento ou descolamento do revestimento tipo fulget e o risco de acidente ou ferimento dos usuários são os problemas mais sérios detectados neste trabalho. O fulget constitui-se em 62% da área total revestida da edificação, localizando-se a uma altura de até 9,24 metros. 55% da fachada nordeste possui revestimentos tipo fulget, a sudoeste tem 57%, a noroeste 68% e a sudeste 81%.

Na inspeção visual, determinou-se que a área de fulget mostra, em quase toda a sua extensão, sintomas de abaulamentos, e a área ensaiada, no teste de percussão, apresentou som cavo em quase a totalidade dos locais, o que foi corroborado pelo ensaio de emissividade térmica.

Outras falhas presentes - e não menos importantes - são as fissuras verticais, originadas, possivelmente, pelo desplacamento do material por peso próprio ou pela expansão dos tijolos da alvenaria por absorção de umidade da chuva. Também foi encontrado desprendimento do selante, possivelmente, originado pela pouca capacidade de acomodação a movimentos bruscos por choque térmico, erros de projeto ou má qualidade do material.

6 INTERVENÇÕES SUGERIDAS

As intervenções sugeridas para recuperar as anomalias são:

1. Para as fissuras verticais no fulget, no canto do edifício, foi proposta a troca do material de revestimento, considerando a construção de desempenadeira de canto.

2. Para o deslocamento do fulget detectado pela separação do revestimento da base, pelos abaulamentos em quase a totalidade da área e pelo som cavo no ensaio de percussão, sugere-se a retirada total do revestimento e a construção de novo revestimento, considerando o uso de juntas.

3. Para o desplacamento do fulget detectado pela queda de placas de revestimento, pelos abaulamentos na direção dos selantes e pelo som cavo no ensaio de percussão na quase a totalidade do revestimento, sugere-se a retirada total do revestimento e a construção de novo revestimento, considerando o uso de juntas e a construção de pingadeiras.

4. Para o desprendimento dos selantes no fulget detectado pelo desprendimento ou queda de selante na parte superior da fachada, sugere-se o retiro e a colocação de um novo material, considerando o uso de juntas apropriadas.

Dependendo da magnitude dos danos, as propostas de reparação podem ser muito custosas. Por enquanto, a substituição total do revestimento todo, recomendado neste trabalho, pode representar a melhor opção.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os revestimentos das fachadas desempenham um papel importante na durabilidade e na proteção das edificações. A ocorrência de manifestações patológicas deve ser evitada logo na fase de projeto, e a execução dos elementos de fachada deve cumprir, rigorosamente, todos os itens de projeto. Além disso, a manutenção preventiva é indispensável para garantir a vida útil da edificação, e o detalhamento correto dos elementos construtivos, em projeto, diminui, significativamente, a probabilidade de ocorrência de falhas durante a execução - problema muito comum atualmente.

Quando se trata de revestimentos com pedras assentadas, como o fulget, o projeto deverá prever os gargalos possíveis, como zonas de estrangulamento causado por tensões excessivas, dimensionamento e posicionamento de juntas de

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

movimentação, dosagens e técnicas de execução, entre outros. Isso ajudará a evitar falhas nos revestimentos das fachadas.

Mas tão importante quanto o projeto é a qualidade da mão de obra e dos materiais, sem esquecer a adequada interação com outros projetos, já que muitas das vulnerabilidades detectadas nas fachadas poderiam ter sido solucionadas ao nível da concepção arquitetônica e estrutural.

Acrescem às condicionantes de projeto e de execução as adversidades climáticas de Porto Alegre, com um teor considerável de umidade no ar, devido à proximidade ao lago Guaíba e à grande amplitude térmica diária; condições agravadas em épocas extremas, no verão e no inverno, quando ocorrem ondas de frio e calor.

Em Porto Alegre, é comum o acontecimento de diversos climas em um curto período de tempo; os ciclos de umidade e de secagem das fachadas favorecem a proliferação de agentes degradantes dos materiais, o que origina um envelhecimento mais acelerado dos revestimentos com o surgimento de manifestações patológicas em maiores proporções. Além disso, a proximidade de CECOM com um curso de água altamente poluído constitui uma agravante para a durabilidade dos seus revestimentos de fachada.

Materiais de revestimento devem considerar não só características estéticas, mas também a durabilidade durante a vida útil, habitualmente de 25 anos. O fulget é o resultado da combinação de cimento, aditivos e granulados de pedras naturais e, em condições normais, apresenta boa durabilidade visual que agrada a muitos. No entanto, a aplicação deve ser feita por firmas especializadas e requer cuidados especiais com a limpeza, pois a sua aspereza retém com maior facilidade a sujeira e a poluição. Por isso, é fundamental que seja corretamente tratado.

A deficiência nos materiais utilizados nos revestimentos de fachada, como, por exemplo, o uso de areia impura, com excesso de finos ou com teor considerável de mica, pode provocar efeitos de expansão, causados pela formação de produtos de oxidação, de hidratação ou de matéria orgânica, afetando a aderência do revestimento e produzindo manifestações patológicas como vesículas e desagregação do material. O uso de cal mal acondicionada ou armazenada por muito tempo aumenta os riscos de hidratação retardada do material.

Relativamente às técnicas utilizadas na inspeção do prédio, convém referir que o uso da termografia para a identificação de manifestações patológicas não substitui as técnicas tradicionais, mas pode ser utilizada como uma ferramenta auxiliar de verificação em tempo real, quando existe suspeita de danos ocultos no revestimento, detectados na inspeção visual ou no ensaio de percussão. Além de ser uma técnica simples, não destrutiva e rápida, existem fatores de interferência que devem ser considerados e controlados no ensaio, de forma a proceder a eventuais ajustes nos resultados obtidos e minimizar possíveis erros de interpretação das imagens. Fatores como condições térmicas do objeto e do meio, presença de reflexão, superfícies com diferentes acabamentos, presença de umidade no revestimento e condições de medição (emissividade adotada, temperatura do ar, distância entre a câmera e o objeto, ângulo de observação, entre outros) podem alterar a análise e conduzir a conclusões erradas. Dessa forma, os resultados da termografia devem ser encarados como informação complementar.

8. REFERÊNCIAS

[1] OLIVARI, G. “Patologia em edificações”. São Paulo: Brasport, 2003.
[2] MASCARÓ, L. R. de. “Energia na edificação”. Porto Alegre: Projeto Editores Associados, 1986.
[3] BONIN, L.C; CARASEK, H.; CINCOTTO, M.A; SOUZA, U.EL. “Massa crítica pela qualidade”. Téchne – Revista de Tecnologia da Construção, São Paulo, ano 8, n. 41, julho/agosto, 1999.
[4] MASUERO, A.B. “Patologia das edificações: turma 2001”. Porto Alegre: Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.
[5] THOMAZ, E. “Trincas em edifícios: causas, prevenções e recuperação”. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Pini – IPT), São Paulo/SP, 1989.
[6] SABBATINI, F. H.; Barros, M. M. S. B. “Recomendações para produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria”. São Paulo, Convênio EPUSP/CqDCC, 1990.
[7] RIBAS, R. B.; Casademunt, A. P. “Reconocimiento, diagnosis e intervención em fachadas”. Catalunya: Itec, 2002.
[8] CINCOTTO, M.A. “Patologia das argamassas de revestimento: análise e recomendações”. In: Tecnologia de edificações. São Paulo, Pini, IPT, 1988.

[9] KONDO, S. T. "Subsídios para Seleção dos Principais Revestimentos de Fachada de Edifícios". MBA em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios. Departamento de Engenharia e Construção Civil e Urbana. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP. São Paulo, 2003.
[10] KISS, Paulo. Tecnologia: Efeitos Especiais. Edição 41. Téchne, Edição 41, Julho/1999. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/41/artigo285138-1.aspx>
[11] PEZZATO, Leila Maria. "Patologias no sistema revestido cerâmico: um estudo de casos em fachadas". Dissertação, Mestrado - Programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2010.
[12] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13749: "Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação". Rio de Janeiro, 2013.
[13] BAUER, R.J.F. "Patologia em revestimentos de argamassa inorgânica". In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, Salvador, 1997. Anais. P.321-33.
[14] LERSCH, I. M., "Contribuição para a identificação dos principais fatores e mecanismos de degradação em edificações do patrimônio cultural de Porto Alegre". Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS, 2003.
[15] RESENDE, M. M.; BARROS, M. M. S. B.; MEDEIROS, J. S., "A influência da manutenção na durabilidade dos revestimentos de fachada de edifícios". Workshop sobre durabilidade das construções, 2., São José dos Campos/SP, 2002
[16] VERÇOSA, E. J. "Patologia das Edificações". Porto Alegre, Editora Sagra, 1991. 172p.
[17] RESENDE, Z. S., "Processos preventivos e corretivos no tratamento da umidade em edificações". Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 2000.
[18] MENEZES, R. R.; FERREIRA, H. S.; NEVES, G. A.; FERREIRA, H. C., "Sais solúveis e eflorescência em blocos cerâmicos e outros materiais de construção"– revisão, Cerâmica v.52 n.321, São Paulo/SP, 2006.
[19] MAGALHÃES, A.C., "Patologia de rebocos antigos". LNEC, Cadernos de Edifícios, nº 2, 2002.
[20] VERDUCH, A. G., SOLANA, V. S., "Formação de Eflorescências na Superfície dos Tijolos", Cerâmica Industrial, Setembro/Outubro, 2000.
[21] SALLES NETO, M. "Estudo do mecanismo de formação de florescências em revestimentos de argamassa aplicados a substrato cerâmico e o efeito de barreira". Tese (Doutorado em Estruturas e Construção Civil), Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília/DF, 2010.
[22] GONÇALVES, T.D, Pel, L., RODRIGUES, J.D. "Influence of paints on drying and salt distribution processes in porous building materials". Construction and Building Materials. V.23, 2009.
[23] MALDAGUE, X.; MOORE, P. O., "Nondestructive Testing Handbook: Infrared and Thermal Testing". 3. ed. Columbus: NDT, 2001.
[24] MENDONÇA, L. V., "Termografia por Infravermelhos: Inspecção de Betão", Revista Engenharia & Vida, Lisboa, v. 1, n. 1 6, p. 53-57, 2005.
[25] SILVA, F. G. S. Proposta de Metodologias Experimentais Auxiliares à Especificação e Controle das Propriedades Físico-Mecânicas dos Revestimentos em Argamassa. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Publicação EDM-007ª/06. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 266p.