



XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Avanços no desempenho das construções – pesquisa, inovação e capacitação profissional

12, 13 E 14 DE NOVEMBRO DE 2014 | MACEIÓ | AL

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA ÁREA DE LAZER DE EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR: ESTUDO DE CASO

MONTARROYOS, Dielly Christine Guedes (1); DIAS, Bernardo Zandomenico (2); FUKAI, Fernanda Mayumi (3); VIEIRA, Geilma Lima (4)

(1) Laboratório de Planejamento e Projetos da Universidade Federal do Espírito Santo (LPP-UFES), e-mail: diellyguedes@live.com, (2) LPP-UFES, e-mail: bernardozdias@gmail.com, (3) LPP-UFES, e-mail: fernandafukai@gmail.com, (4) Departamento de Engenharia Civil da UFES, e-mail: geilma.vieira@gmail.com

RESUMO

Como consequência da ausência de planos de manutenção corretiva ou preventiva, há a degradação dos elementos construtivos, aparecimento e/ou agravamento das manifestações patológicas. A presente pesquisa analisou a área de lazer descoberta de um edifício residencial multifamiliar localizado a 450m da orla marítima da cidade de Vitória, no estado do Espírito Santo, com ausência de manutenção por cerca de 20 anos. O objetivo da pesquisa foi realizar um levantamento das manifestações patológicas na área de lazer citada e identificar seus sintomas, possíveis causas e medidas corretivas, enfatizando-se as fissuras e trincas, a carbonatação de elementos em concreto ou argamassados e a corrosão das armaduras presentes neles. Esse artigo é fruto de pesquisa realizada em disciplina de mestrado de Engenharia Civil, sendo o método empregado o estudo de caso e seus objetivos de cunho explicativo. Para isso, a metodologia do estudo consistiu na realização de uma primeira vistoria *in loco* para identificação das áreas com manifestações patológicas, seguida de registros fotográficos do local. Posteriormente, a área foi novamente vistoriada a fim de encontrar novas evidências para as causas das manifestações e realizar ensaios químicos com soluções de fenolftaleína e nitrato de prata para se confirmar, ou não, as hipóteses levantadas inicialmente. Além disso, foram considerados estudos científicos e normas técnicas pertinentes para o embasamento da pesquisa. Os resultados foram o diagnóstico e a proposta de recuperação para as manifestações patológicas focadas no trabalho: fissuras e trincas causadas por sobrecarga e variações higroscópicas e térmicas, e corrosão de armaduras por cloretos e por despassivação do aço devida a carbonatação do concreto e argamassas. Desse modo, a pesquisa contribuiu para reforçar a importância da manutenção e apresentar técnicas de diagnóstico e tratamento de manifestações patológicas.

Palavras-chave: manifestação patológica, manutenção, fissuração, carbonatação, corrosão.

ABSTRACT

Because of the absence of maintenance plans, corrective or preventive, there is degradation of building elements, appearing and/or worsening of the pathological manifestation. The present study examined the lounge area of a multifamily residential building located 450m off the coastline city of Vitória, state of Espírito Santo, with no maintenance for about 20 years. The objective of the research was to survey the pathological manifestation in the lounge area mentioned and identify its symptoms, possible causes and corrective procedures, emphasizing in the fissures and cracks, carbonation of concrete products or mortar and corrosion contain in this area. This paper is product of a research done for a discipline of Master's degree in Civil Engineering, being used as its method the case study and presenting explanatory objectives. For this, the study methodology consisted of conducting an initial inspection in the field to identify areas with these pathological manifestations, followed by the local photographic records. Later, the area was inspected again in order to find new evidence for the possible causes of the events and to arrange chemical tests with phenolphthalein and silver nitrate solutions to confirm whether, or not, the first hypotheses formulated. In addition, to substantiate the research, were considered scientific studies and relevant technical standards. The result was diagnosis and recovery proposals for pathological

manifestations focused in the work, which were fissures and cracks caused by overcharging, and hygroscopic and thermal variations, and reinforcement corrosion by chlorides and steel despassivation due to carbonation of concrete and mortars. This way, the research contributes to emphasize the importance of maintenance and to present pathological manifestation's diagnosis and treatment techniques.

Keywords: *pathological manifestation, maintenance, fissuration, carbonation, corrosion.*

1 INTRODUÇÃO

Compreende-se que as práticas preventivas de manutenção contribuem para assegurar as condições adequadas ao uso, a conservação dos sistemas da edificação e a segurança do usuário, além de representar significativa redução de custos se comparadas às manutenções corretivas. Porém, o alvo do trabalho foi a área de lazer de um prédio para o qual não houve tal preocupação: exhibe cerca de 20 anos ausentes de manutenção, intervenções ou melhorias. O prédio possui uso residencial multifamiliar e 13 pavimentos, foi construído em 1989 e localiza-se na cidade de Vitória (Espírito Santo), a cerca de 450m de sua orla marítima. Por sua vez, a área de lazer possui cerca de 190m², se situando no 3º pavimento do edifício e sobre um pavimento de garagem.

O objetivo desta pesquisa, de cunho explicativo, foi analisar as manifestações patológicas de corrosão das armaduras de elementos construtivos, carbonatação do concreto e argamassas, e fissuração e trincamento de paredes de alvenaria, encontradas na área de lazer de edifício residencial multifamiliar localizado a cerca de 450 metros da orla marítima do município de Vitória – Espírito Santo (Brasil), apontando seus sintomas, possíveis causas e medidas corretivas.

Como justificativa do estudo expõe-se o fato de que as manifestações patológicas citadas, além de representarem desvalorização do imóvel atingido e gerar transtornos com reparos – necessários para que as áreas atingidas pelos problemas não aumentem e para que as camadas internas dos elementos da construção não sofram danos devido à exposição às intempéries –, podem incorrer em riscos graves à integridade física dos usuários do prédio e transeuntes em seu entorno. Também se ressalta o fator estético, que influencia consideravelmente o valor econômico de uma edificação.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Como fase inicial foi realizada revisão bibliográfica a respeito das manifestações patológicas encontradas na edificação.

2.1 Manifestações patológicas

As manifestações patológicas são ocorrências que prejudicam o desempenho da edificação em algum período de sua vida útil (LOPES, 2009). Suas causas podem ser: congênitas, quando são originárias de erros de projeto ou desconhecimento da normalização; construtivas, quando há erros de execução; adquiridas, quando decorre, por exemplo, da exposição da edificação a agressividade do meio; e acidentais, quando há ocorrência de algum fenômeno atípico (chuva ou ventos anormais, recalques, incêndio, etc.) (LOPES, 2009).

A fim de direcionar a pesquisa, foram analisadas na área de lazer do edifício somente as manifestações patológicas com maior incidência, extensão ou agravamento. Sendo elas:

2.1.1 Fissuras e trincas

Thomaz (1989) coloca que as fissuras e trincas são manifestações patológicas importantes uma vez que avisam sobre um possível estado perigoso para a estrutura, além de poderem comprometer o desempenho da edificação em respeito a, por exemplo, estanqueidade a água, durabilidade e isolamento acústica. Ainda segundo o autor, as fissuras são provocadas por sobrecargas ou movimentação de materiais, elementos da edificação ou desta como um todo, sendo consequentes mais especificamente de: “movimentações provocadas por variações térmicas e de umidade, atuação de sobrecargas ou concentração de tensões, deformabilidade excessiva das estruturas, recalques diferenciados das fundações, retração de produtos à base de ligantes hidráulicos e alterações químicas de materiais de construção” (THOMAZ, 1989, p.17).

2.1.2 Carbonatação do concreto e argamassas

A carbonatação é um fenômeno produto da interação entre os constituintes ácidos do meio e o líquido presente nos poros do concreto, tendo início na superfície externa dos elementos em concreto ou argamassados e tendem a avançar para seu interior. O dióxido de carbono se solubiliza no líquido intersticial da pasta de concreto e reage com o hidróxido de cálcio, formando carbonato de cálcio e reduzindo o pH do concreto, isto é, causando sua carbonatação (SOUZA; RIPPER, 1998). A penetração do CO² presente no ar atmosférico no concreto é um dos maiores desencadeadores da corrosão das armaduras, uma vez que provoca alteração na condição de equilíbrio da alta alcalinidade e redução do pH para valores menores que 9, rompendo a camada passivadora da armadura que, por sua vez, torna-a suscetível à corrosão. Já quando o pH do extrato aquoso do concreto é superior a 9, ocorre a formação de um filme de óxido passivante sobre a superfície da armadura, inviabilizando sua corrosão (SOUZA; RIPPER, 1998).

2.1.3 Corrosão das armaduras por íons cloro

Segundo Helene (1993), a corrosão do aço presente no concreto armado ocorre basicamente devido a duas condições: por ataque de íons cloro ou pela diminuição da alcalinidade do concreto (principalmente pelas reações de carbonatação).

Segundo Figueiredo e Meira (2013), os íons cloro penetram nos poros do concreto, juntamente com a água e o oxigênio e, ao encontrar a película passivadora da armadura provocam desestabilizações pontuais. A corrosão dada por esse tipo de ataque tende a ser localizada, e tende a se aprofundar mais rápido do que a corrosão generalizada, podendo provocar a ruptura da armadura. Além disso, os produtos formados pelo processo de corrosão tem caráter expansivo, podendo ocupar de 3 a 10 vezes o volume inicial do aço no concreto, e ainda se acumulam progressivamente ao redor da armadura produzindo esforços contra o concreto (CASCUDO, 1997). Caso a corrosão do aço aconteça, esta terá como consequências a troca de aço resistente aos esforços por ferrugem resultante das reações químicas e, com isso, a perda de seção das barras de aço, a perda de aderência entre essas e o concreto, a desagregação da camada de concreto que envolve as armaduras, além de sua fissuração.

3 MÉTODO

O método empregado na realização desta pesquisa foi o estudo de caso. Primeiramente, a fim de identificar na área de lazer do edifício as áreas com manifestações patológicas e o que pode ter as originado, foi feita uma primeira vistoria e medição *in loco* e análise a partir de fotografias das áreas com corrosão de armaduras, possível carbonatação do concreto e argamassas e das alvenarias com presença de fissuras ou trincas. Em seguida, visando a confirmação, ou não, das hipóteses levantadas sobre as prováveis causas das

manifestações patológicas observadas, foi realizada uma segunda inspeção para a busca de outras evidências e para a realização de ensaios. Nos ensaios efetuados na segunda vistoria foram utilizadas soluções de nitrato de prata e fenolftaleína, imprescindíveis para confirmar se as barras de aço identificadas estão sofrendo corrosão por íons cloro e se os elementos em concreto e argamassados estão carbonatados. Além disso, durante as vistorias procurou-se identificar fatores que possivelmente aceleraram o processo de degradação dos componentes construtivos como, por exemplo, direção do vento dominante, exposição à chuva, à umidade e à névoa salina.

Posteriormente, de posse das possíveis causas das manifestações patológicas, indicou-se ações visando à correção dos problemas ocorridos. Cabe enfatizar que, para tanto, foram utilizadas, além de estudos científicos, as Normas Brasileiras (NBRs) pertinentes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com as vistorias, medições e ensaios *in loco* foram identificadas as prováveis causas das manifestações patológicas e possíveis medidas de recuperação, detalhadas abaixo.

4.1 Fissuras, trincas e deformações por sobrecarga e variação de temperatura

Nas vistorias realizadas foi encontrada fissuração de parte da argamassa de assentamento que compõe uma churrasqueira. Pelas características da manifestação patológica, provavelmente trata-se de fissuração com origem térmica, gerada pela diferença entre os coeficientes de dilatação térmica de materiais adjacentes, no caso, tijolos cerâmicos maciços e a argamassa de assentamento (THOMAZ, 1989). Assim, se a argamassa utilizada para o assentamento dos tijolos cerâmicos não for suficientemente deformável, a ponto de aceitar os esforços mecânicos provenientes da variação dimensional dos tijolos, ou se ela apresentar baixa aderência com estes poderá ocorrer sua fissuração ou descolamento (Figura 1). Por outro lado, se existirem tijolos com resistência mecânica igual ou inferior à resistência mecânica da argamassa, esses também poderão fissurar e até se partir, formando uma fissura que tem como trajeto as áreas mais frágeis dos elementos (THOMAZ, 1989).

Figura 1 - Fissuração pontual ocorrida, provavelmente, pela não adequação da argamassa de assentamento à variação térmica

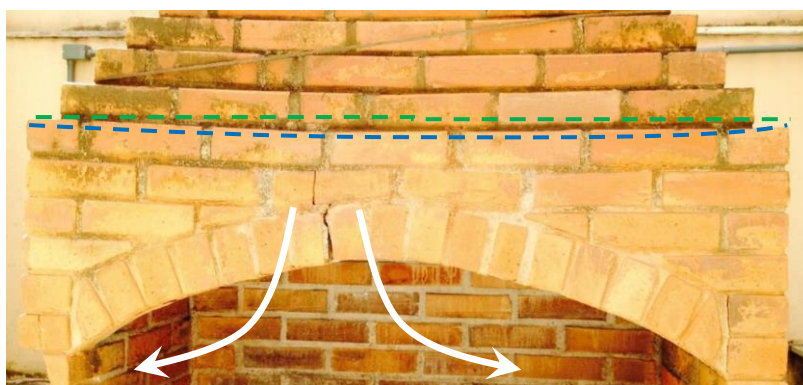


Fonte: Acervo do autor.

Também encontrou-se na churrasqueira uma deformação excessiva por flexão e trincas em suas partes frontal e laterais, todos possivelmente devidos a tendência de giro (momento) da parte superior da churrasqueira em duas direções – paralelo (Figura 2) e ortogonal (Figura 3) ao arco da churrasqueira – consequência de sobrecarga causada por seus próprios elementos construtivos. Provavelmente, a origem da sobrecarga deve-se à

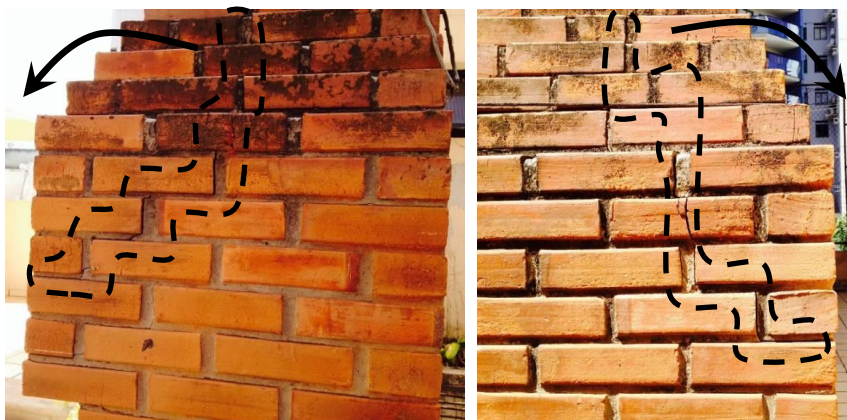
falha no projeto da churrasqueira ou em sua construção, na qual os tijolos que apoiariam seu arco e distribuiriam seus esforços para a base da churrasqueira foram retirados para a instalação de equipamento elétrico, interrompendo o caminho inicial das forças e sobrecarregando os tijolos que restaram para seu apoio que, por sua vez, não suportam a carga e a flexão às quais estão submetidos e iniciam um processo de deformação, fissuração e trincas (Figura 4). Outra possível causa é a que o arco, que suporta todas as fiadas de tijolos acima dele e a chaminé, foi executado com uma curvatura inferior à necessária, fazendo seus elementos trabalharem sob o esforço de flexão – quando o arco deve suportar apenas esforços de compressão – gerando, com isso, trincas e aberturas na superfície inferior do arco (área tracionada pelo esforço de flexão).

Figura 2 – Churrasqueira com deformação excessiva e trinca causadas por flexão devida à sobrecarga



Legenda: As linhas tracejadas verde e azul mostram, aproximadamente, a flecha atual existente nas fiadas de tijolos. Fonte: Acervo do autor.

Figura 3 – Paredes lateral direita e esquerda da churrasqueira (à esquerda e à direita, respectivamente). Trincas na argamassa e rompimento de tijolos causados por flexão ortogonal ao arco da churrasqueira devido à sobrecarga



Fonte: Acervo do autor.

Figura 4 – À esquerda: marcação dos locais que sofreram retirada de tijolos para instalação de equipamento elétrico. À direita: detalhe de tijolos trincados e rompidos por ação da sobrecarga vinda do arco da churrasqueira



Fonte: Acervo do autor.

Quanto à recuperação dos elementos construtivos, pensa-se que mesmo com a retirada do equipamento elétrico existente e com o assentamento de tijolos cerâmicos na área na qual são inexistentes, preenchendo o vazio atual e dando continuidade ao caminho das forças provenientes do arco e da chaminé da churrasqueira, a condição de equilíbrio mecânico não será alcançada, uma vez que as condições iniciais se modificaram com a grande deformação e trincas dos tijolos. Assim, a tendência de giro ortogonal ao arco da churrasqueira talvez seja interrompida, entretanto, a tendência de giro paralelo ao arco provavelmente continuará, podendo ocorrer o desmoronamento de sua parte superior.

Desse modo, propõe-se a retirada total das fiadas de tijolos cerâmicos e argamassas existentes acima da fiada inferior de apoio do arco, e também do equipamento elétrico instalado. Posteriormente, a área que sofreu retirada de tijolos para a instalação do equipamento deverá ter novos tijolos maciços assentados para que, com isso, seja prosseguida a reconstrução da parte superior da churrasqueira.

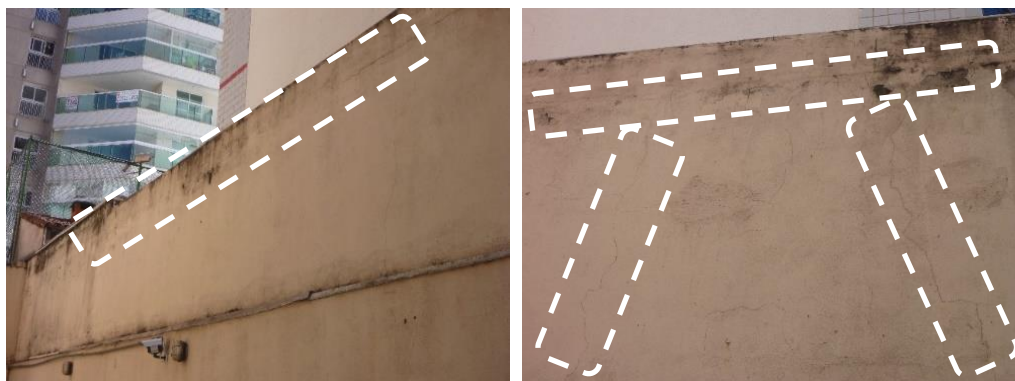
Quanto à argamassa que sofreu fissuração e descolamento dos tijolos, por se tratar de um problema pontual, recomenda-se sua retirada apenas da área que apresentou a manifestação patológica. Após sua retirada, deverá ser feita uma nova argamassa com capacidade de deformação e absorção das tensões provenientes da dilatação dos tijolos cerâmicos causada pela alta variação térmica existente em uma churrasqueira.

4.2 Trinca horizontal em topo de parede de alvenaria

Ao longo da parte superior do muro do terreno observa-se uma trinca horizontal na região do encunhamento, isto é, na interface entre a parte superior da parede de alvenaria e os elementos estruturais, no caso, uma viga em concreto armado no topo do muro (Figura 5). Segundo Thomaz (1989), as fissuras localizadas na área de encunhamento têm como possíveis causas: a retração da alvenaria, causada por variações de temperatura e umidade, diante da execução precoce do encunhamento, a sobrecarga transmitida à parede de alvenaria devido à deformação da viga, e/ou ao encunhamento executado com material rígido.

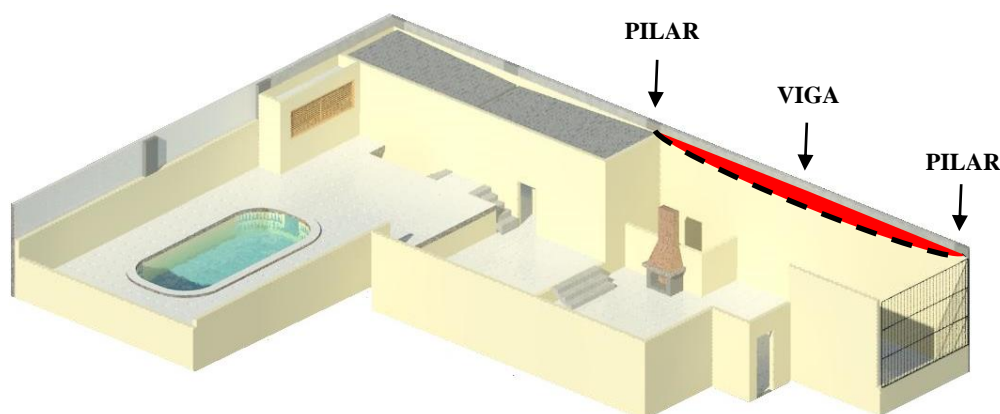
Executado 25 anos atrás, acredita-se que no muro da edificação do estudo de caso houve problemas de projeto e construção na execução do encunhamento, feito com materiais rígidos e com espaçamento excessivo – cerca de 13 m – entre os pilares de suporte da viga. Tal espaçamento possibilitou uma elevada deformação da viga por flexão, causando sobrecarga na alvenaria na parte central do muro e favorecendo o aparecimento de fissuras (Figura 6).

Figura 5 – À esquerda: Trinca horizontal por encunhamento rígido. À direita: Parte central do muro com trinca horizontal e fissuras por sobrecarga



Fonte: Acervo do autor.

Figura 6 – Esquema com representação do sistema estrutural do muro



Fonte: Acervo do autor.

A falta de manutenção e a exposição às intempéries também contribuíram para a entrada de água na trinca, causando manchas por umidade (que podem ser vistas na Figura 5) e descolamento da película de tinta.

Para a recuperação dos elementos de construção, Thomaz (1989) expõe que, para reduzir os esforços na região de encunhamento, aconselha-se a desvinculação existente entre as paredes de alvenaria e a viga. Isso é possível por meio de um corte no topo da parede de alvenaria e preenchimento do local com material deformável/flexível (como, por exemplo, poliuretano expandido, feltro betumado e estiropor), deixando os elementos livres para movimentação e deformação.

4.3 Carbonatação do concreto e argamassas

Na área de lazer vistoriada foram encontrados ao longo do topo de uma mureta e de uma viga áreas com corrosão generalizada das armaduras e desgaste uniforme ao longo do diâmetro das armaduras expostas, característicos do processo de corrosão induzida por carbonatação do concreto e argamassas (Figura 7).

Figura 7 – Mureta (à esquerda) e viga (à direita) com deslocamento de concreto e corrosão de armadura induzida, provavelmente, por carbonatação do concreto



Fonte: Acervo do autor.

Para verificar a ocorrência do fenômeno usou-se o indicador de fenolftaleína, substância que quando em contato com um substrato de pH alcalino sofre uma mudança de cor (adquirindo coloração rosada a partir de 8,3 de pH), podendo ser utilizada para indicar a queda do pH sofrida pelo concreto, contribuindo, assim, para a identificação da origem da corrosão de armaduras (HELENE, 1993). A solução foi aspergida no concreto e, por análise visual, constatou-se o não aparecimento de áreas rosadas, atestando que o concreto não possuía pH alcalino, isto é, sofria processo de carbonatação (Figura 8).

A manifestação patológica identificada também pode estar vinculada ao tempo de cura do concreto, uma vez que a cura mal executada pode resultar num material de maior permeabilidade e porosidade, podendo gerar fissuras e facilitar a entrada de CO_2 e a aceleração do processo de carbonatação (SOUZA; RIPPER, 1998). Além disso, o edifício está em ambiente de agressividade III (microclima marinho) em relação ao concreto, devendo apresentar de cobrimento para componentes armados (vigas, pilares, lajes, muretas, entre outros) um mínimo de 35mm para lajes e 40mm para vigas e pilares (ASSOCIAÇÃO..., 2007). Se for analisada a NBR 6118 de 1980, em vigor na data de construção do edifício, é exposto que paredes e lajes ao ar livre devem possuir cobrimento mínimo de 15mm e quando em meio fortemente agressivo, como ambiente marinho, 40mm (ASSOCIAÇÃO..., 1980). Entretanto, durante as vistorias, constatou-se que muretas e lajes frequentemente possuíam 10mm ou menos de cobrimento, sendo tal espessura não compatível à necessidade de proteção das armaduras, uma vez que estão mais suscetíveis ao ataque de íons cloro provenientes de sua exposição à névoa salina.

Figura 8: Viga com deslocamento antes e após o ensaio com fenolftaleína (à esquerda e à direita, respectivamente) com a mesma coloração



Fonte: Acervo do autor.

Para recuperar a mureta e a viga, primeiramente deverá ser realizado corte e retirada de todo o concreto degradado em no mínimo 2cm além da armadura, prevenindo uma

possível migração de agentes agressivos vindos de camadas mais internas do concreto para os materiais de recuperação que serão inseridos. Após os trabalhos de corte, deverá ser feita limpeza das superfícies resultantes dos cortes com jatos de areia, ar comprimido e água, nesta sequência. Posteriormente deve ser realizada a inserção de armaduras novas ancoradas em concreto são e emendadas na porção das armaduras corroídas que não sofreram ataques de agentes agressivos (SOUZA; RIPPER, 1998). Por último, um novo concreto deverá preencher o espaço antes ocupado pelo concreto degradado, protegendo a armadura. Tal concreto deverá ser especificado com propriedades que se harmonizem ao concreto existente, possuindo resistência mecânica, no mínimo, igual a deste (SOUZA; RIPPER, 1998) e respeitando a espessura mínima de cobertura prevista na NBR 6118 (ASSOCIAÇÃO..., 2007).

4.4 Corrosão das armaduras de viga, laje e mureta por íons cloro

Foram identificados elementos com armadura exposta e que, devido à sua localização em ambiente marinho, provavelmente estariam sob o ataque de cloretos. Para confirmar a hipótese foram realizados ensaios com solução de nitrato de prata sobre o concreto e a armadura de uma mureta. Uma vez aspergida no concreto ou na argamassa contaminada por cloretos, a solução de nitrato de prata tende a reagir e formar o sal precipitado branco e floculento de cloreto de prata (AgCl), o que torna possível a identificação visual da patologia. Após a aplicação formaram-se pequenos cristais de sal na superfície analisada (Figura 9), comprovando a hipótese. Ressalta-se que o processo de corrosão pode ter sido agravado pela incidência direta do vento nordeste (dominante na região de Vitória) sobre a mureta, uma vez que o vento também traz consigo a névoa salina.

Figura 9 – Área de mureta antes e após o ensaio com solução de nitrato de prata, à esquerda e à direita, respectivamente. À direita podem ser vistos vários pontos brancos (cristais de sal formados com a reação)



Legenda: Em branco, marcação dos sais formados com a reação. Fonte: Acervo do autor.

Para recuperar os elementos corroídos, assim como para o caso de carbonatação do concreto, primeiramente deverá ser realizado corte e retirada de todo o concreto degradado em no mínimo 2cm além da armadura. Após os trabalhos de corte, deverá ser feita limpeza das superfícies resultantes dos cortes com jatos de areia, ar comprimido e água, nesta sequência. Posteriormente deve ser realizada a inserção de armaduras novas ancoradas em concreto são e emendadas na porção das armaduras corroídas que não sofreram ataques de agentes agressivos (SOUZA; RIPPER, 1998). Por último, um novo concreto deverá preencher o espaço antes ocupado pelo concreto degradado, protegendo a armadura. Tal concreto deverá ser especificado com propriedades que se harmonizem

ao concreto existente, possuindo resistência mecânica, no mínimo, igual a deste (SOUZA; RIPPER, 1998) e respeitando a espessura mínima de cobrimento prevista na NBR 6118 (ASSOCIAÇÃO..., 2007).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Já é sabida a importância da realização de manutenções preventivas periódicas. Porém, tal prática ainda é negligenciada por proprietários de imóveis, deixando pequenos problemas se transformarem, com o tempo, em grandes manifestações patológicas que precisam de intervenções complexas e que demandam mais tempo, maior investimento e geram grandes perturbações às atividades cotidianas de um edifício, como as que serão necessárias para o tratamento dos elementos carbonatados e corroídos do edifício analisado. Por outro lado, devem ser ressaltados os erros de projeto e execução de alguns elementos construtivos – como a pequena espessura do cobrimento das peças de concreto armado e a ausência de material deformável no encunhamento da alvenaria – que, além da própria falta de manutenção da construção, provocaram ou aceleraram o desenvolvimento das patologias. Assim, o ponto inicial e fundamental para evitar a ocorrência de manifestações patológicas e, com isso, aumentar a vida útil dos elementos construtivos, é a correta elaboração de projetos e a compatibilização entre eles.

Desse modo, este trabalho contribui para reforçar a importância da elaboração cuidadosa de projetos de edifícios – levando em consideração as normalizações existentes – e da manutenção preventiva e apresentar técnicas de diagnóstico e tratamento de manifestações patológicas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: projeto e execução de obras de concreto armado – procedimento. Rio de Janeiro, 1980.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: projeto de estruturas de concreto – procedimento. Rio de Janeiro, 2007.
- CASCUDO, O. O. **O controle da corrosão de armaduras em concreto**: inspeção e técnicas eletroquímicas. São Paulo: Goiânia, GO: PINI, Editora UFG, 1997.
- FIGUEIREDO, E. P.; MEIRA, G. **Corrosão das armaduras das estruturas de concreto**: Boletim Técnico. 2013. Disponível em: <<http://alconpat.org.br/wp-content/uploads/2012/09/B6-Corros%C3%A3o-das-armaduras-das-estruturas-de-concreto.pdf>>. Acesso em: 8 abr. 2014.
- HELENE, P. R. L. **Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado**. São Paulo, 1993. 231p. Tese (Livre Docência) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- LOPES, C. A. S. **Durabilidade na construção: estimativa da vida útil de revestimentos cerâmicos de fachadas**. Dissertação (Mestrado em Construções Cíveis). Universidade do Porto, Porto, 2009.
- SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998.
- THOMAZ, E. **Trincas em edificações**: causas e mecanismos de formação. São Paulo: Pini, 1989.