CBPAT 2020 ANAIS
CONGRESSO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES
DE 15 A 17 DE ABRIL | FORTALEZA - CE
http://dx.doi.org/10.4322/CBPAT.2020.311
ISBN 978-65-86819-05-2

AVALIAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS E RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURA NO PÍER LOCALIZADO EM UM EDIFÍCIO SITUADO NO BAIRRO DA VITÓRIA – SALVADOR – BAHIA.

GAMA, ROBERTO FABIANO MASSÚ
Pós-graduando em Engenharia de Avaliações e Perícias
Universidade Jorge Amado
Bahia; Brasil
rfmgama@gmail.com

COELHO, VINÍCIUS ALMEIDA
Mestrando em Engenharia Civil
Universidade Federal da Bahia
Bahia; Brasil
mrvoelho@gmail.com

CERQUEIRA, MILENA BORGES DOS SANTOS
Doutoranda em Engenharia Civil
Universidade Federal da Bahia
Bahia; Brasil
milena.bsc@gmail.com

SILVA, FRANCISCO GABRIEL SANTOS
Professor Doutor
Universidade Federal da Bahia
Bahia; Brasil
fgabriel.ufba@gmail.com

RESUMO

O concreto armado tem sido considerado ao longo do tempo, o material de construção mais adequado para a execução de estruturas, superando alternativas viáveis como aço, madeira e alvenaria. Apesar disso, há construções que apresentam manifestações patológicas em intensidade e incidências significativas, acarretando elevados custos para a sua correção. Considerando-se o conhecimento atual dos processos e mecanismos destrutivos que atuam sobre as estruturas e ainda a grande evolução tecnológica dos últimos anos, é perfeitamente possível diagnosticar com êxito a maioria dos problemas patológicos. O objetivo deste estudo é avaliar e demonstrar o quanto negligenciar um bom projeto e executar um serviço de forma equivocada, fora das determinações das normas, pode provocar riscos às construções e impactar significativamente nos custos de uma obra. As decisões para a intervenção do nosso estudo de caso, tiveram que ser tomadas, por uma metodologia executiva segura e de menor custo possível, levando-se também em consideração a movimentação dos moradores, por se tratar de que a área afetada é um espaço nobre da edificação em questão. Os resultados demonstraram ser necessário um acompanhamento e fiscalização tanto do projeto, quanto da execução da edificação para que se evite em um curto espaço de tempo, um sobrecusto indesejável e não previsto, principalmente em se tratando de construção em área extremamente agressiva à beira mar.
Palavras-chave:Projeto, risco, normas, recuperação, durabilidade.

ABSTRACT

Reinforced concrete has been considered over time as the most suitable building material for the construction of structures, surpassing other viable alternatives such as steel, wood and masonry. Nevertheless, there are constructions that present pathological manifestations in intensity and significant incidences, causing high costs for their correction. Considering the current knowledge of the destructive processes and mechanisms that act on the structures and the great technological evolution of the last years, it is perfectly possible to successfully diagnose most of the pathological problems. The objective of this study is to evaluate and demonstrate how neglecting a good project and performing a service in a wrong way, outside the norms of the standards, can cause construction risks and significantly impact the costs of a work. The decisions to intervene in our case study had to be made by a safe and cost-effective executive methodology, also taking into account the movement of residents, as the affected area is a prime space of the building in question. The results showed that it is necessary to monitor and supervise both the project and the execution of the building in order to avoid, in a short time, an undesirable and unforeseen extra cost, especially in the case of construction in an extremely aggressive area by the sea.
Keywords: Design, risk, norms, recovery, durability.

ISBN 978-65-86819-05-2

1. INTRODUÇÃO

A construção de edificações existe desde os primórdios das civilizações e sua prática vem sendo aprimorada ao logo do tempo com os estudos e normas que procuram conferir maior segurança e durabilidade às obras de construção civil, buscando evitar a ocorrência das mais diversas manifestações patológicas. Um exemplo destas é a corrosão do aço no concreto armado, que pode ocorrer por diversos motivos como a falta do devido cobrimento das armaduras, uso da quantidade inadequada da água de mistura, alta porosidade do concreto, infiltração de água, despassivação por carbonatação e outros. Ainda, segundo Granato (2002), os concretos advindos de um bom processo de dosagem, apresentando baixa porosidade e alta resistência garantem uma importante proteção ao aço tanto por meio físico, impedindo o ingresso de agentes agressivos, quanto por meio químico, garantindo a alcalinidade do meio envoltório das armaduras que as mantém protegidas da corrosão.

De acordo com Villanueva (2015), o Brasil possui um hábito de consertar apenas o que está quebrado, sendo deficiente o entendimento da necessidade e importância da manutenção preventiva, de modo que a atenção dos usuários só é atraída quando os problemas já estão instalados e, muitas vezes, em estágios avançados onde os reparos tornam-se mais trabalhosos e onerosos. Acontece que, na maioria dos casos, não existe uma fiscalização rigorosa da execução dos serviços, principalmente em obras próximas ao mar que estão sujeitas a um ambiente extremamente agressivo para o concreto armado, caso do objeto deste estudo. Tais condições agressivas de exposição, somadas a possíveis negligências durante a produção, manuseio e/ou manutenção dos materiais, termina por acelerar a degradação das construções, sendo um fenômeno amplificado ainda mais em estruturas de concreto aparente devido à inexistência de camadas protetoras (AMORIM, 2010). Vaysburd e Emmons (2000) complementam que mesmo em situações de reparo, um projeto deficiente, más práticas e a falta de controle de qualidade produzem com frequência resultados com durabilidade questionável.

Segundo Sitter (1984), o custo associado a mudanças durante as etapas de planejamento e projeto é muito menor quando comparado às etapas posteriores do ciclo de vida de uma obra, sendo os valores consideravelmente amplificados quando é necessária intervenção corretiva (Figura 1). Desta forma, conforme Da Fonseca et al. (2011), é necessário prever, durante a etapa de concepção da estrutura, o sistema de manutenção a ser empregado juntamente com o tempo e custo correspondente para que se conserve o desempenho satisfatório da construção durante sua vida útil.

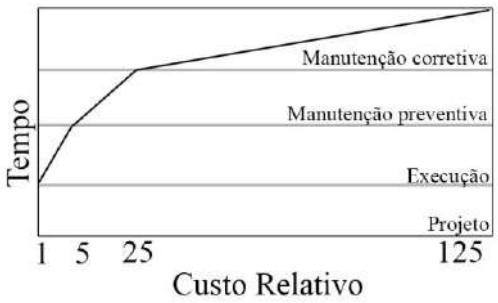

Figura 1: Representação da lei de Sitter, adaptado de Sitter (1984)

Antes de se executar qualquer tipo de intervenção em uma determinada estrutura, é necessário fazer uma inspeção e chegar a um diagnóstico das manifestações patológicas encontradas. Tal etapa é essencial para a aquisição de informações detalhadas sobre os elementos componentes dos sistemas estruturais envolvidos, principalmente quando há carência de documentação (MESQUITA, 2015). Diversas são as técnicas possíveis para realização de tal avaliação, tais como a extração de corpos de prova, ensaios de carga, ultrassonografia, pacometria, esclerometria e outros que devem ser escolhidos de acordo com cada caso. Neste sentido os fenômenos patológicos apresentam manifestações externas bastantes características, com raras exceções. O que favorece a definição da natureza, origem e os mecanismos envolvidos no processo degradativo. Sendo, a partir da definição de tais informações, possível determinar facilmente as medidas terapêuticas para correção dos problemas (HELENE, 2003).

Ainda, conforme Sanches, Cunha e Tavares (2018), para a determinação do procedimento de recuperação adequado deve-se verificar o ambiente de exposição da obra e eventuais impactos que a solução terá em toda a estrutura e suas finalidades, passando-se para a fase de análise de custos entre as alternativas viáveis, de modo que a solução escolhida deva satisfazer ainda a critérios como a compatibilidade do material com o ambiente de exposição, ter bom desempenho frente às solicitações mecânicas do elemento a ser reparado.

ISBN 978-65-86819-05-2

Segundo Moura (2013), o grande número de obras de construção que carecem de acompanhamento quanto ao emprego das técnicas construtivas, aprimoramento dos projetos estruturais e falta de manutenção tem resultado em diversas ocorrências de deterioração precoce, falhas e acidentes. Ainda assim, é possível a correção e recuperação de determinados danos, expandindo a vida útil das edificações para a finalidade que foram projetadas ou mesmo sua adaptação para outras finalidades. A existência de manutenções e as condições de exposição são fatores que vão influenciar na redução ou aceleração do processo de degradação das estruturas, sendo a ação do tempo um fator crucial para o surgimento de alguns danos. Desta forma, diagnosticar, mapear e entender as origens e causas são medidas que colaboram com a compreensão do processo degradativo, permitindo a tomada de ações preventivas e corretivas durante a vida útil de todo o sistema (DA SILVA, 2014).

Vaysburd e Emmons (2000) afirmam que os mecanismos de tratamento de corrosão normalmente envolvem a aplicação de barreiras eletroquímicas, proteção catódica com metais de sacrifício, estabilização química da superfície do aço ou associação entre tais mecanismos através do uso de camadas protetoras, proteções catódicas, aplicação de inibidores de corrosão ou combinações. Nessa vertente, segundo Sanches, Cunha e Tavares (2018), uma das técnicas mais empregadas é o encamisamento com concreto armado, que resulta no aumento da seção transversal do elemento por meio da adição de armadura suplementar (combatendo a deficiência oriunda da perda de seção da armadura corroída) seguida da aplicação de uma camada de concreto envolvente.

Dado o exposto, o presente estudo objetiva acompanhar uma obra de recuperação estrutural e demonstrar os impactos e riscos resultantes da falta de controle de qualidade nas fases de projeto e execução, apresentando ainda algumas considerações que se fizeram necessárias para a escolha da alternativa de reparo mais adequada ao caso.

2. METODOLOGIA

A metodologia adotada no presente trabalho consiste na realização de três etapas, sendo elas: busca de informações sobre a edificação, necessárias para colaborar com a compreensão do estado de conservação dela, assim como, verificação visual das anomalias detectadas e registros fotográficos. A segunda parte compreendeu a identificação e avaliação das manifestações patológicas encontradas na parte estrutural do píer e suas prováveis causas. Foram realizadas medições do cobrimento das armaduras nas estruturas considerando a menor distância encontrada entre a região externa dos elementos e suas armaduras. No caso das lajes, foram realizadas pelo menos 25 medições ao longo de toda sua extensão nas regiões próximas aos espaçadores. A terceira parte do trabalho consistiu na avaliação dos agentes causadores das manifestações e da metodologia utilizada para recuperação com base nas referências consultadas. Uma vez que não foram disponibilizados os projetos da edificação, não foi possível realizar a verificação dos critérios de projeto quanto às determinações normativas, limitando-se a análise àquilo que foi constatado por meio da vistoria in loco.

2.1 Objeto de estudo

O edifício estudado foi um prédio residencial de 22 andares, com quinze anos de construído, localizado no corredor da Vitória, na cidade de Salvador, Bahia. A construção possui um píer voltado para a Baía de todos os Santos, onde foram identificadas grandes infiltrações e oxidação das armaduras em estado avançado com perda de seção do aço, principalmente nas lajes. Conforme a NBR 6118 (ABNT, 2014), a edificação está situada em local com classe de agressividade ambiental nível IV, condição com elevado risco de deterioração da estrutura.

ISBN 978-65-86819-05-2



Figura 2: Localização do imóvel

3. RESULTADOS

Durante a inspeção realizada, foram detectados diversos elementos com corrosão generalizada das armaduras, o concreto dos elementos estruturais apresentava alta porosidade (o que facilita o ingresso de agentes agressivos) e o cobrimento mostrou-se inadequado para as condições de exposição existentes. A Figura 3 mostra as armaduras em estágio avançado de deterioração, enquanto a Figura 4 mostra a corrosão generalizada na laje.


Figura 3: Corrosão das armaduras com redução da seção transversal

ISBN 978-65-86819-05-2



Figura 4: Corrosão generalizada nas lajes

Segundo o engenheiro responsável pelos serviços de recuperação sendo executados, em determinado momento da análise, chegou-se a pensar em demolição total e reconstrução das lajes. Entretanto, essa alternativa se tornou inviável em função da área afetada ser um espaço de convivência do condomínio, com acabamentos nobres na parte superior, o exigiria custos elevados e levaria transtornos aos moradores. Desta forma, optou-se por proceder com a recuperação e reforço estrutural das lajes com nova impermeabilização na parte superior.

Após escoramento, demolição, remoção e limpeza do concreto velho e quase solto, foi efetuado o descobrimento das armaduras e identificados os locais que necessitavam de intervenções e reforços nas armaduras devido à perda de seção dos elementos devido ao estágio da corrosão (Figura 5). As armaduras mantidas tiveram que ser tratadas por meio de lixamento mecânico. Uma alternativa seria o jateamento, no entanto, tal procedimento exigiria equipamentos pesados e todo o abastecimento da obra (materiais e equipamentos) precisou ser realizado pelo mar, pois não há acesso através da entrada principal do condomínio, onde existe apenas um bondinho de passageiros, estando o píer a uma cota aproximada de 50 m abaixo do nível do prédio.

ISBN 978-65-86819-05-2



Figura 5: Laje escorada com armaduras remanescentes

Deu-se sequência ao serviço com a substituição e tratamento das armaduras danificadas, posicionamento de novas barras e aplicação de primer inibidor de corrosão para proteção e consequente aumento de durabilidade da estrutura (Figura 6). Após a recuperação do aço, foram feitas aberturas na parte superior dos elementos para posterior concretagem com concreto autoadensável (Figura 7).



Figura 6: Novas armaduras posicionadas

ISBN 978-65-86819-05-2



Figura 7: Aberturas para concretagem

Para conclusão do processo de recuperação foram posicionadas as formas (Figura 8) e executado o lançamento do concreto, respeitando-se as medidas de cobrimento adequado preconizadas pelas normativas. A Figura 9 mostra o estado final após remoção das formas.



Figura 8: Posicionamento das formas.

ISBN 978-65-86819-05-2



Figura 9: Estado final após remoção das formas.

4. CONCLUSÕES

Este é um caso típico de construção que teve sua finalidade comprometida prematuramente por conta da degradação intensa e prematura. Foi possível constatar o descumprimento de critérios normativos, tais como a espessura mínima de cobrimento e o uso de material com características inadequadas para o ambiente de exposição, como o concreto altamente poroso dos elementos estruturais. Tais características podem ser apontadas como as principais facilitadoras para a aceleração do processo de degradação, especialmente a corrosão das armaduras.

Pôde-se observar a grande influência da falta de cuidados durante a fase de execução nos procedimentos de recuperação da estrutura por meio dos desafios encontrados, como o transporte de equipamento e materiais para o canteiro de obras associados à impossibilidade de demolição da estrutura, de modo que é necessário um maior cuidado, e assim um maior custo, com as atividades de manutenção periódica para evitar que intervenções recuperativas de tal magnitude sejam necessárias para a manutenção da usabilidade da estrutura. Ainda assim, após análise cautelosa das alternativas disponíveis para intervenção, verificou-se que técnicas relativamente simples de recuperação puderam ser empregadas para restauração da estrutura, sendo fundamental que os usuários realizem as manutenções preventivas com acompanhamento de profissionais e empresas qualificadas a fim de garantir a real segurança das construções.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro e incentivo à pesquisa.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, **NBR. 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, **NBR. 5674: Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção**. Rio de janeiro, 2012.

AMORIM, A. A. **Durabilidade das estruturas de concreto armado aparentes.** Monografia. Belo Horizonte. 2010.

DA FONSECA, J. B. B. et al. **Patologias geradas por vícios na construção civil**. Caderno de Publicações Acadêmicas, v. 1, n. 1, p. 31, 2011.

GRANATO, J. E. **Patologia das construções**. São Paulo: AEA Cursos. 2012.

ISBN 978-65-86819-05-2

HELENE, P. R.; PEREIRA, F. **Manual de reabilitação de Estruturas de Concreto–Reparo, Reforço e Proteção.** São Paulo: Red Rehabilitar, editores. 2003.

MESQUITA, E. et al. 11º Boletim Técnico ALCONPAT: Caracterização, avaliação e recuperação estrutural de construções históricas. **Alconpat-Brasil**, v. 11, n. April, p. 19, 2015.

MOURA, M. M. D. **Reforço estrutural em estruturas de concreto armado.** 2013.

SANCHES, T.C.; CUNHA, D. R.; TAVARES, M. E. N.. **Análise técnica e econômica da recuperação estrutural de vigas em edifício residencial**. 6ª Conferência sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios – **PATORREB.** 2018.

SILVA, M. D. N. B. D. **Avaliação quantitativa da degradação e vida útil de revestimentos de fachada: aplicação ao caso de Brasília/DF**. 2014.

SITTER, W. R. (1984). **Costs of service life optimization**". In CEB-RILEM Workshop on Durability of Concrete Structures (Copenhagen, Denmark, May 18-20, 1983) (pp. 131-134). Comité Euro-International du Béton.

SOUZA, M. I.; MURTA, M. M. **PATOLOGIAS, RECUPERAÇÃO E REFORÇO ESTRUTURAL EM CONCRETO ARMADO.** 2012

VAYSBURD, A. M.; EMMONS, P. H. How to make today's repairs durable for tomorrow-corrosion protection in concrete repair. **Construction and Building Materials**, v. 14, n. 4, p. 189–197, 2000.

VILLANUEVA, M. M. **A importância da manutenção preventiva para o bom desempenho da edificação**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2015.

VITALI, M. R. V. **Efeito do distanciamento ao mar da contaminação do concreto por cloretos**. 2013