

Investigação preliminar da durabilidade de edificações na Região Metropolitana do Recife

Kalline da Silva Almeida

Graduanda em Engenharia Civil – POLI/UPE (Escola
Politécnica de Pernambuco).
Recife – PE [Brasil]
kallinealmeida@yahoo.com.br

Milena do Rego Souza

Graduanda em Engenharia Civil – POLI/UPE (Escola
Politécnica de Pernambuco) .
Recife – PE [Brasil]
millena_albertim@yahoo.com.br

Manuela Queiroz Oliveira

Graduada em Engenharia Civil – POLI/UPE (Escola
Politécnica de Pernambuco).
Recife – PE [Brasil]
manuelaqueiroz82@yahoo.com.br

Eliana Barreto Monteiro

Doutora em Engenharia Civil – USP;
Professora na graduação e na pós-graduação de Engenharia
Civil – POLI/UPE .
Recife – PE [Brasil]
nana.monteiro@uol.com.br

Alberto Casado Lordsleem Jr.

Doutor em Engenharia Civil – USP;
Professor na graduação e na pós-graduação de Engenharia
Civil – POLI/UPE .
Recife – PE [Brasil]
acasado@upe.com.br

Nesta pesquisa, buscou-se avaliar as estruturas de duas edificações inseridas em diferentes meios, considerando-se o crescente número de edificações que apresentam deterioração precoce, com manifestações de danos de diversas origens. Quanto à metodologia, utilizou-se o estudo de campo das edificações denominadas ER-01 (Edifício Residencial) e ER-02. Após análise, os resultados do ER-01 foram compatíveis com a classe de agressividade ambiental em que está inserida, e os resultados apresentaram indícios de boa qualidade de projeto e execução, necessitando apenas da realização de vistorias programadas e manutenções imediatas em todos os elementos críticos. Já o ER-02 mostrou menor nível de agressividade ambiental e os resultados de sua análise indicaram sinais de vícios construtivos. Observaram-se erros de execução em detrimento da agressividade e não-agressividade do meio ambiente como fatores causadores de erros. Considerando a dificuldade de atuar nos fatores de agressividade ambiental, o controle dos vícios construtivos é de suma importância. Portanto, ressalta-se a necessidade da qualificação da mão-de-obra da indústria da construção civil e de manutenção periódica, contribuindo, assim, para a ausência de danos.

Palavras-chave: Durabilidade. Inspeção. Manutenção.



1 Introdução

É significativamente crescente o número de edificações que apresentam deterioração precoce, com manifestações de danos de diversas origens, entre as quais a ausência quase absoluta de programas de manutenção preventiva das estruturas. São vários os fatores que levam a isso, destacando-se, entre eles, a cultura deficiente, relativa à necessidade de manutenção, e o conceito errôneo, utilizado até recentemente, de que as estruturas de concreto durariam ilimitadamente, dispensando manutenção. A constatação de que as estruturas de concreto, mesmo as bem projetadas e construídas, estavam sujeitas à ocorrência de deteriorações inesperadas levou diversos pesquisadores e instituições de pesquisa a buscar conceitos de durabilidade e vida útil (CASTRO, 1994).

No caso das estruturas de concreto armado, a partir da década de 1970, foi crescente a preocupação com a deterioração e a durabilidade das estruturas. Segundo CIB W80/RILEM-PSL (1983), a durabilidade é a capacidade de um produto, componente ou construção de manter seu desempenho acima dos níveis mínimos especificados de modo que atenda às exigências dos usuários, em cada situação.

Considerando a durabilidade limitada do concreto, é importante que as estruturas sejam projetadas para determinada vida útil. Define-se como vida útil o tempo em que a estrutura se mantém dentro de limite mínimo de comportamento em serviço para o qual foi projetada, sem elevado custo de manutenção e reparação (CEB, 1989).

Uma forma de compreender a qualidade das edificações é por meio da realização de estudos quantitativos sobre o conjunto de obras danificadas. Estudos sobre lesões em edificações têm sido desenvolvidos, em diversos países, por entidades públicas e privadas (CASTRO, 1994).

Diante desse cenário, os ensaios previstos nesta pesquisa buscam avaliar e comparar visualmente o estado de conservação de duas estruturas que se situam em ambientes distintos de agressividade.

2 Procedimento experimental

2.1 Introdução

Nas inspeções das estruturas de concreto, são muitas as técnicas envolvidas na detecção, identificação, avaliação, caracterização e monitoramento das patologias. E têm grande importância no controle do fenômeno, seja nas operações preventivas, ou no tratamento do problema.

Considerando esse último aspecto, as técnicas de inspeção assumem papel de 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.

2.2 Entrevista preliminar

Inicialmente, foi realizada entrevista com os responsáveis pelas duas edificações, para verificar se havia algum tipo de rotina de manutenção em ambas as estruturas.

2.3 Levantamento de projetos

O levantamento dos projetos estruturais e arquitetônicos não foi executado pelos responsáveis das edificações, ou seja, não foi possível realizar a etapa de estudo dos projetos de estrutura nem de outros, necessários para total compreensão da estrutura.

2.4 Inspeção visual

Nesta inspeção, teve-se como objetivo permitir a definição da natureza e da causa do problema, incluindo:

- Exame visual de toda a estrutura, com o uso de binóculos desde que o acesso não permitisse observação direta, e pela realização do levantamento fotográfico o mais extenso possível. Examinou-se elemento por elemento diferenciado de toda a estrutura, com a finalidade de comprovar se os sintomas e a natureza do problema são iguais em todos os elementos ou se existe mais de uma problemática no conjunto;
- Anotação de todos os sintomas visuais (manchas de óxidos, fissuras, desagregação, eflorescência etc);
- Identificação da agressividade do ambiente (suave, moderada ou agressiva);
- Eliminação do cobrimento do concreto em alguns pontos singulares, para observação visual direta das armaduras, fotografando as zonas de extração dos testemunhos e tomando nota de:
 1. Espessura de cobrimento;
 2. Redução de diâmetro da armadura;
 3. Aspectos do concreto.

2.5 Inspeção detalhada

Nesta etapa, a finalidade foi determinar a extensão da deterioração em todas as partes ou elementos da estrutura. Realizou-se como passo prévio a uma intervenção ou simultaneamente, considerando-se, porém, que uma inspeção detalhada pode não ser necessária em certas ocasiões (ANDRADE, 1992).

Após visitas iniciais, chegou-se à conclusão de que não havia necessidade de realizar ensaios mais detalhados, pois a análise visual já fornecia dados para realização do diagnóstico proposto.

2.6 Análise dos dados

Esta análise foi realizada de forma pormenorizada, para evitar a não-detecção das anomalias mais graves em razão de estarem ocultas por

anomalias superficiais. Assim, foi verificado se não havia mais de um fator gerador do sintoma patológico em análise.

2.7 Diagnósticos

Esta etapa foi realizada após o levantamento e análise dos dados. Em seguida, iniciaram-se estudos das possíveis alternativas para solucionar problemas apresentados, levando em consideração a relação custo/benefício e a viabilidade técnica, de segurança e conforto dos próprios condôminos das edificações. Foram elaborados relatórios com a descrição dos problemas encontrados e alternativas de recuperação ou reforço para eles.

Os relatórios foram entregues, para análise, aos responsáveis pelas edificações. Ambos responderam a um questionário de avaliação, em que ficou evidente grande satisfação, pois se obteve pontuação máxima no quesito compreensão.

3 Resultados

3.1 Edifício residencial ER-01

O edifício residencial 01 (ER-01), com 60 anos de construção, conta com nove pavimentos, sendo sete pavimentos-tipo, um pilotis e um onde se localiza a casa de máquinas. Desde a conclusão de sua construção até a data desta análise, nunca se realizaram serviços de manutenção em sua estrutura, exceto os de pintura e reformas.

O ER-01 está classificado quanto à agressividade ambiental, segundo a NBR 6118/2003, como classe III, cuja agressividade é forte, pois está na zona marinha. Essa classificação determina grande risco de deterioração da estrutura.

Durante a utilização do prédio, não houve alteração da destinação para a qual foi projetado nem indícios de intervenção na estrutura.



3.1.1 Estado da estrutura

Em análise inicial, verificou-se que as vigas do pilotis não apresentavam nenhum tipo de patologia aparente. As tubulações de água e esgoto não recebem nenhuma manutenção preventiva e, em caso de vazamento, são realizados serviços de correção. Observou-se, porém, excesso de umidade nas alvenarias do pilotis, provocado pelo acúmulo de água em um reservatório inferior e pela falta de impermeabilização adequada, supostamente um erro de projeto, favorecendo o desenvolvimento de fungos.

Foi possível observar que não havia danos nos pilares em nenhum dos pavimentos visitados. Algumas vigas apresentaram, nas armaduras, problemas de corrosão acentuada, sendo necessária a intervenção imediata de tais elementos devido à perda de seção de tais estruturas e à esfoliação ocasionada pela expansão dos produtos de corrosão.

As lajes expostas à umidade e às intempéries, laje da área de serviço (Figura 1) e laje em balanço, apresentaram infiltração generalizada, sendo necessário a realizar a impermeabilização e recuperar as lajes que apresentaram corrosão em decorrência da umidade e alta temperatura.

Também foi observada abertura de fissuras na casa de máquinas, em face das movimentações dinâmicas ocasionadas pelo elevador, sendo necessária a criação de juntas, pela impossibilidade de retirar a origem do problema.

Em razão do ambiente de alta agressividade, foi constatada corrosão acentuada na armadura principal da viga V06, no 7º pavimento tipo (Figura 2), com perda relevante de seção. Em consequência da constante penetração de água e alto teor de umidade, o ambiente pode ser classificado como agressivo, principalmente pela forte presença de cloretos na névoa salina proveniente do mar (Figura 3).

As movimentações dinâmicas ocasionadas pelo movimento de subida e descida do elevador

provocaram a abertura de fissuras entre as vigas e as alvenarias nesse pavimento (Figura 4).

O cobrimento está menor que o previsto em norma, permitindo a localização da armadura ou armadura exposta em pequenas extensões, certamente responsável pelo agravamento da corrosão (Figura 5).

A viga V02 do 1º pavimento apresentou corrosão acentuada da armadura principal e perda de seção relevante das barras expostas. Como consequência, ocorreu a “esfoliação”, isto é, apresentou lascamento de grandes proporções, com exposição da armadura (Figura 6).

3.2 Edifício residencial ER-02

O edifício residencial 02 (ER-02), construído há 39 anos, conta com 19 pavimentos, sendo 16 pavimentos-tipo, um pavimento pilotis, um semi-enterrado e uma cobertura. Desde sua construção, nunca se realizaram serviços de manutenção em sua estrutura, apenas serviços de aplicação de revestimento externo (sobre tijolos aparentes), cobertura e pintura da estrutura de concreto, impermeabilização da cobertura e troca de instalações hidráulicas.

O ER-02 está classificado quanto à agressividade ambiental, segundo a NBR 6118/2003, como classe II, cuja agressividade é média, pois está localizado na zona urbana. Essa classificação, conforme foi salientado, determina médio risco de deterioração da estrutura. Durante a utilização do prédio, não houve alteração da destinação para a qual foi projetado nem indícios de intervenção na estrutura.

3.2.1 Estado da estrutura

Fazendo-se a análise inicial, verificou-se que as vigas do pilotis não apresentavam nenhum tipo de patologia aparente. Além disso, foi possível observar que não há danos nos pilares do pilo-

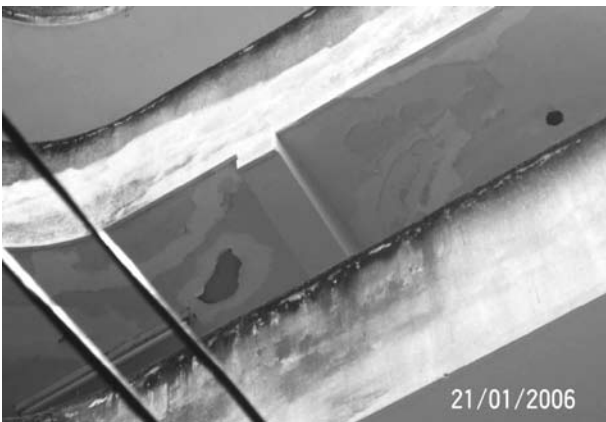


Figura 1: Laje da área de serviço do 3º pavimento tipo

Fonte: Pesquisa de campo dos autores, 2006.



Figura 4: Figura das fissuras na casa de máquinas

Fonte: Pesquisa de campo dos autores, 2006.



Figura 2: Corrosão acentuada na Viga V06, no 7º pavimento

Fonte: Pesquisa de campo dos autores, 2006.

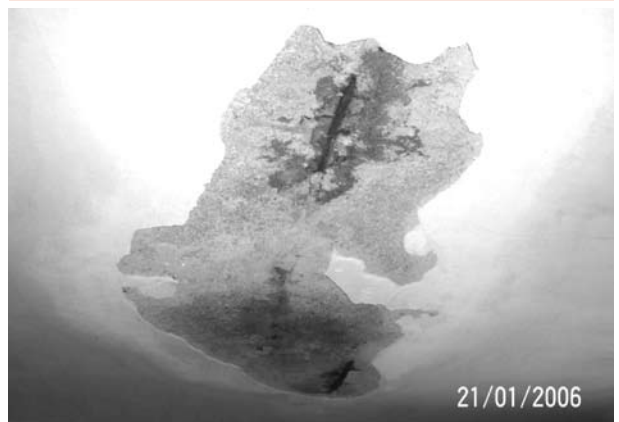


Figura 5: Cobrimento deficiente em laje do pavimento térreo

Fonte: Pesquisa de campo dos autores, 2006.



Figura 3: Infiltração generalizada na laje em balanço do 4º pavimento

Fonte: Pesquisa de campo dos autores, 2006.



Figura 6: Esfoliação e corrosão de armaduras na viga V02, no 1º pavimento tipo

Fonte: Pesquisa de campo dos autores, 2006.



tis, concluindo-se que não há problemas aparentes nos pilares e vigas do pilotis.

Apesar de as vigas e pilares do pilotis não apresentarem problemas patológicos aparentes, o mesmo não pôde ser observado nos demais pavimentos. Como exemplo disso, tem-se o semi-enterado, que apresentou problemas de desagregação do concreto deteriorado nos pilares, fissuração na direção das armaduras e formação de produtos de corrosão. As vigas desse pavimento apresentaram os mesmos problemas de desagregação do concreto e fissuras longitudinais na direção das armaduras. Pode ser citada também a presença de manchas de umidade na alvenaria da cortina do subsolo. Além das áreas do subsolo, a fachada apresentava descascamento do concreto deteriorado, fissuras na direção da armadura e manchas de corrosão, portanto as mesmas patologias verificadas no pavimento de subsolo.

A título de demonstração da inspeção, utilizou-se o mesmo procedimento aplicado ao ER-01 na avaliação das inspeções das patologias detectadas visualmente no ER-02.

Os elementos escolhidos para a exemplificação foram aqueles que apresentaram maiores danos à estrutura e podem ser apresentados como exemplo:

- Infiltração generalizada, que caracteriza necessidade de intervenção urgente;
- Formação de estalactites (Figura 7);
- Fissuras estabilizadas e cobrimento deficiente;
- Armaduras expostas (Figura 8), nas quais foi verificada presença de corrosão.

Os elementos e componentes da escada estão sujeitos a variações de temperatura, sazonais e diárias. Essas variações repercutem em uma variação dimensional dos materiais de construção (dilatação ou contração). As fissuras existentes

são de origem térmica, ou seja, surgiram pelas movimentações diferenciadas entre elementos de um sistema (Figura 9).

As vigas de periferia apresentaram desagregação do concreto, manchas de umidade e formação de produtos de corrosão (Figura 10).

Os pilares do subsolo mostraram cobrimento menor que o previsto em norma, permitindo localização da armadura ou sua exposição em pequenas extensões, certamente responsável pelo agravamento da corrosão, desagregação de concreto deteriorado, fissuras na direção das armaduras, corrosão das armaduras longitudinais e formação de produtos de corrosão (Figura 11).

Na observação das vigas de subsolo, foram verificadas fissuras longitudinais na direção da armadura, desagregação de concreto e corrosão das armaduras longitudinais (Figura 12).

4 Discussão

O ER-01 foi a edificação que apresentou menos elementos com problemas de durabilidade. Os resultados da análise dessa estrutura foram compatíveis com a classe de agressividade ambiental na qual está inserida, segundo a NBR 6118/2003. Assim, levando-se em consideração que a estrutura se encontra em elevada classe de agressividade ambiental, os resultados apresentaram indícios de projeto e execução de boa qualidade, necessitando apenas realizar vistorias programadas e manutenções imediatas em todos os elementos críticos.

Quando comparado ao ER-01, o ER-02 tem nível de agressividade ambiental menor. Os resultados encontrados na análise do ER-02 indicaram sinais de vícios construtivos, tornando-se fatores predominantes os erros de execução e não-agressividade do meio ambiente como causas dos problemas.

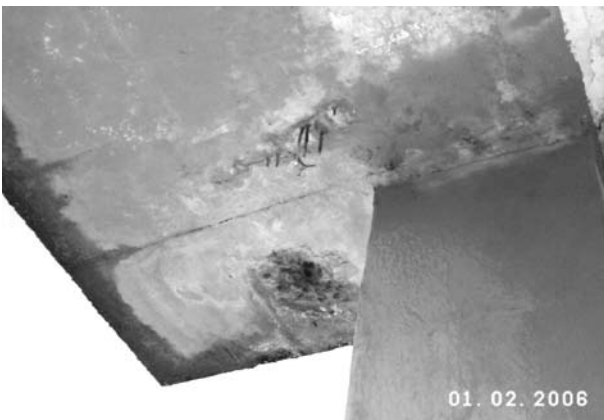


Figura 7: Formação de estalactites provocadas pela lixiviação na laje da cobertura

Fonte: Pesquisa de campo dos autores, 2006.

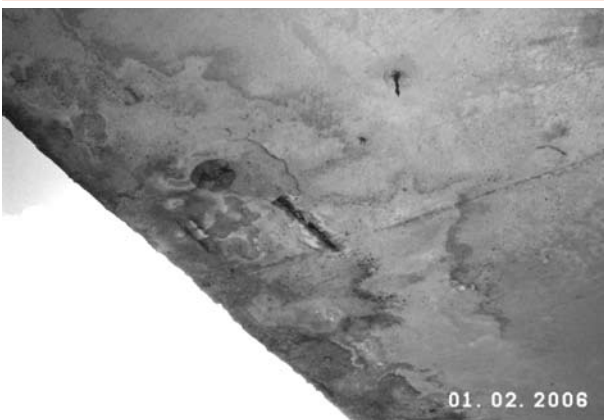


Figura 8: Armaduras expostas na laje da cobertura

Fonte: Pesquisa de campo dos autores, 2006.



Figura 9: Fissuras de origem térmica na escadaria de emergência

Fonte: Pesquisa de campo dos autores, 2006.



Figura 10: Desagregação do concreto na viga de periferia do 6º andar

Fonte: Pesquisa de campo dos autores, 2006.



Figura 11: Cobrimento deficiente em pilares do subsolo

Fonte: Pesquisa de campo dos autores, 2006.



Figura 12: Fissuras longitudinais na direção da armadura na viga de periferia do subsolo

Fonte: Pesquisa de campo dos autores, 2006.



Foi verificada, após análise dos resultados, grande variabilidade na deterioração das estruturas entre os dois ERs estudados, em relação não só ao meio ambiente, mas também aos procedimentos de execução.

A edificação ER-02 apresentou maior número de problemas em seus elementos, mesmo estando em um ambiente menos agressivo que a ER-01. Dessa maneira, conclui-se que a execução da estrutura foi o fator predominante na prolongação da vida útil das estruturas.

Considerando-se a dificuldade ou mesmo a impossibilidade de atuar nos fatores de agressividade ambiental, o controle dos vícios construtivos é de suma importância para o prolongamento da vida útil das estruturas.

É imperiosa a necessidade do cumprimento das normas técnicas estabelecidas pela ABNT e a rigorosa inspeção de seu cumprimento. Ressalta-se a importância da qualificação da mão-de-obra da indústria da construção civil em todos os níveis. Sugere-se a conscientização de responsabilidade do proprietário da edificação sobre a necessidade da manutenção periódica, cuja falta ou inadequada, ou insuficiente realização contribui para desenvolvimento do dano.

Preliminary research on the durability of buildings in the metropolitan area of Recife

The number of constructions that present precocious deterioration and damage manifestations of diverse origins has increased. In this research, the structures of two different constructions were evaluated. The methodology used was the practical study of the constructions called ER-01 and ER-02, respectively. After analysis of the construction results, ER-01 was considered compatible with the group of environment aggressiveness in which it is set and the results presented indications of a good

quality of design and execution. Still, it would be advisable to carry out some programmed inspections and immediate maintenances in all the critical elements. ER-02 presented low environmental aggressiveness and the analysis results indicate signals of constructive vices. Predominant factors have been execution errors and lack of environment aggressiveness as the causes of problems. Considering the difficulty in overcoming the factors of environmental aggressiveness, the control of the constructive vices is of great importance. Therefore, it requires the qualification of hand labor of the civil construction industry and the necessity of periodic maintenance, which contributes to avoid the development of damage.

Key words: Durability. Inspection. Maintenance.

Referências

ANDRADE, C. *Manual para diagnóstico de obras deterioradas por corrosão de armaduras*. 1. ed. São Paulo: Pini, 1992. 104p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Projeto de estruturas de concreto - NBR 6118*: Rio de Janeiro, 2003.

CASTRO, E. K. *Desenvolvimento de metodologia para manutenção de estruturas de concreto armado*. 1994. Dissertação (Mestrado)- Universidade de Brasília – UnB, Brasília, DF., dez. 1994. 185p.

CEB Design guide: durable concrete structures Bulletin d'Information. n. 182, jun. 1989.

CIB W80/RILEM 71-PSL. *Prediction of service life of building materials and components*. In : Conseil International du Bâtiment pour la Recherche L'étude et la Documentation & Réunion Internationale des Laboratoires D'essais et de Recherches sur les Matériaux et les Constructions, Rotterdam, 98p., 1983.

Recebido em 14 set. 2007 / aprovado em 18 out. 2007

Para referenciar este texto

ALMEIDA, K. da S. et al. Investigação preliminar da durabilidade de edificações na Região Metropolitana do Recife. *Exacta*, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 267-274, jul./dez. 2007.