

Avaliação patológica da estrutura de concreto armado e dos componentes de uma edificação construída em 1914

S. C. L. Dórea¹; D. de G. Santos²; A. T. C. Sales²; P. M. D. Silveira³

¹Mestre, Docente do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-SE, Brasil

²Doutora, Docente do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-SE, Brasil

³Aluna de Engenharia Civil - PICVOL da Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-SE, Brasil
sandraclorea@globo.com

(Recebido em 31 de agosto de 2010; aceito em 20 de dezembro de 2010)

A reabilitação de qualquer edificação deve ser realizada de forma apropriada, a partir de uma avaliação cuidadosa. Sabe-se que inicialmente deve ser feito um levantamento das lesões existentes a fim de se analisar as possíveis causas e assim poder compor o diagnóstico do problema e eleger a terapia mais adequada para cada caso. Este trabalho descreve a metodologia e as manifestações patológicas observadas numa edificação da Universidade Federal de Sergipe, construída em 1914. Foram observados visualmente os diversos problemas do edifício com o auxílio de fichas cadastrais que incluem o registro fotográfico de cada tipo de lesão. As anomalias detectadas e estudadas são diversas, no entanto muitas se repetem. Por isso, esse trabalho considerou as ocorrências mais frequentes e representativas, como: eflorescência, infiltração, manchas de umidade, mofo, corrosão de armaduras, disgregação do concreto e fissuras. Tudo foi cuidadosamente examinado para poder compor um diagnóstico que deve servir de base para intervenções corretivas apropriadas à *posteriori*.

Palavras-chave: avaliação patológica, eflorescência, umidade, corrosão.

The rehabilitation of any building should be carried out appropriately, through a careful evaluation. A survey of the existing lesions should be made in order to analyze the possible causes and therefore compose the diagnosis of the problem and choose the most appropriate therapy for each case. This paper describes the methodology and the pathological manifestations observed in a building of the Federal University of Sergipe, built in 1914. The various problems of the building were observed using registration forms that include the photographic record of each type of lesion. The detected and studied anomalies are diverse, however many are repeated. Therefore, this work considered the most frequent occurrences and representative such as efflorescence, infiltration, damp stains, mold, corrosion of reinforcement, disgregation of concrete and cracks. Everything was carefully examined in order to compose a diagnosis that should be the basis for corrective actions appropriate to the posterity.

Keywords: pathological evaluation, efflorescence, humidity, corrosion.

1. INTRODUÇÃO

Economia de tempo e baixo custo no ramo da construção civil são aspectos muito atraentes para qualquer profissional atuante na área. Contudo, o caso é que tais metas são às vezes atingidas através de soluções de caráter duvidoso sem o devido cuidado no atendimento às normas técnicas e a padrões já consolidados como corretos.

Infelizmente alguns dos profissionais envolvidos na produção da obra são os primeiros a tentar mascarar falhas e lesões, ainda durante a execução, o que pode até prejudicar na precisão de um diagnóstico futuro. Eles temem prejuízos financeiros, sem levar em conta que é apenas questão de tempo para que estas decisões tomadas se manifestem em forma de lesões, possivelmente mais graves.

Inúmeras pesquisas já comprovaram que é mais econômico, e também mais seguro, executar corretamente logo na primeira vez para evitar gastos com reparação, intervenções ou retrabalhos

e poder assim aumentar a vida útil das obras, evitar acidentes e garantir compatibilidade com o desempenho proposto em projeto. Além da preocupação com a qualidade da obra que é fator decisivo para os proprietários e usuários.

Para minimizar estes erros e entendê-los de uma forma mais aprofundada, estudos são feitos acerca destes assuntos, procurando identificar as lesões, suas origens, analisar as possíveis causas que puderam motivar as enfermidades (seja devido ao projeto, à execução ou à manutenção) e as terapias necessárias para tratá-las.

Como de praxe, ao se deparar com uma estrutura danificada, primeiramente são feitos exames visuais e uma estimativa das conseqüências do dano para poder, assim, tomar uma decisão sobre o problema identificado, o que pode ser bastante complexo. Portanto, antes de determinar a solução deve ser feito um estudo completo da obra, a fim de descobrir o histórico, e se possível, ter acesso aos projetos da edificação. Depois, recorre-se a ensaios e análises mais aprofundadas sobre o problema.

É bastante comum não haver distinção entre os termos utilizados para descrever as manifestações patológicas, que são chamadas de lesões, danos, defeitos e falhas; então, neste trabalho, todos esses termos serão utilizados como sinônimos.

No estudo em questão, as anomalias detectadas e estudadas são diversas, mas muitas se repetem. Por isso, foram aqui consideradas as ocorrências mais frequentes e representativas, como, por exemplo: eflorescência, infiltração, manchas de umidade, mofo, corrosão de armaduras, disgregação do concreto¹ e fissuras. Para cada anomalia detectada foi feita uma análise sobre a sua origem para identificar suas causas e a partir daí poder traçar um diagnóstico.

O objetivo da avaliação patológica apresentada é retratar as diversas falhas encontradas no prédio que atualmente abriga a FAPESE (Fundação de Apoio à Pesquisa e Extensão de Sergipe) e que abrigou o SPA (Serviço de Psicologia Aplicada da Universidade Federal de Sergipe) até o final de 2009, a fim de examinar as diversas manifestações patológicas ali presentes, para poder compor um diagnóstico e sugerir intervenções corretivas apropriadas *à posteriori*. Segundo informações de funcionários da própria FAPESE, o referido prédio foi construído em 1914.

1.1 PROBLEMA ANALISADO

1.1.1 HISTÓRICO E CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

Todas as informações a cerca do histórico da edificação foram obtidas verbalmente através de entrevistas não estruturadas com funcionários mais antigos da FAPESE. De acordo com estes, a edificação já teve inúmeras funções, como: Escola Técnica Federal de Sergipe, Escola de Artífices, Reitoria da UFS, salas de aula para os cursos de Química e de Matemática, MEC, Estação de rádio da UFS, etc.

A edificação possui dois pavimentos, constituindo uma área construída total de 2.362,32 m². Sua estrutura é composta por pilares, vigas e lajes de concreto armado moldado "*in loco*" e a vedação foi feita com alvenaria convencional (blocos cerâmicos argamassados).

Como o prédio possui aproximadamente 95 anos, o único projeto localizado foi o arquitetônico com a planta baixa de ambos os pavimentos, sendo que este foi refeito e adaptado em 2001, conforme pode ser visto na Figura 1.

¹ Disgregação do concreto: Ruptura do material devido à ação de tensões internas que superam a resistência à tração. Sendo que, o concreto disgregado conserva as mesmas características do concreto original (DÓREA, 2009).

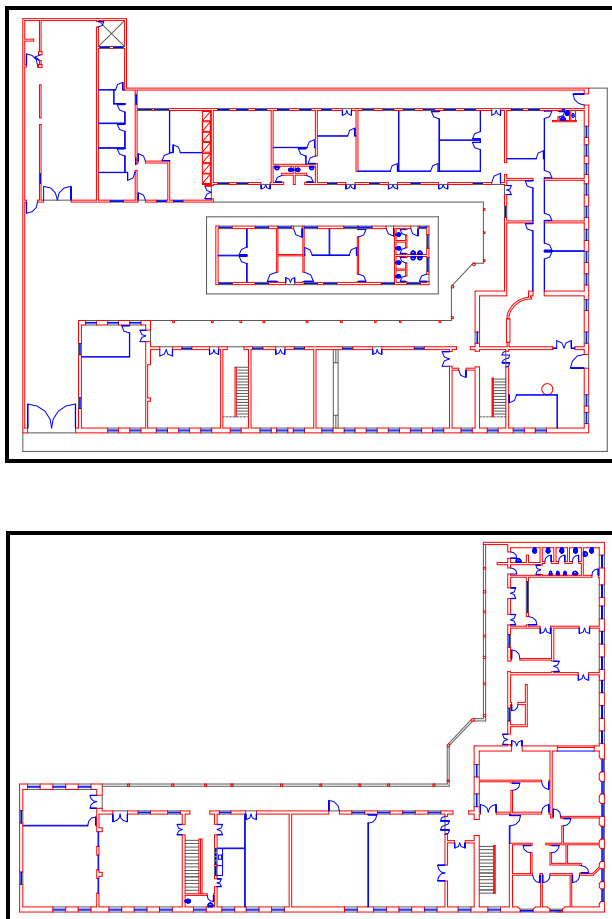


Figura 1: Projeto Arquitetônico do pavimento inferior e superior da edificação (PREFCAMP, 2001).

Em março de 2009, foi solicitada uma inspeção dessa edificação ao Departamento de Engenharia Civil da UFS devido a lesões aparentes nas suas dependências. O relatório da vistoria técnica recomendou que o prédio fosse desocupado o quanto antes para que se procedesse à recuperação. O SPA se transferiu imediatamente de local, mas, até a presente data, a construção ainda abriga a FAPESE.

2. METODOLOGIA

Segundo Dórea (1998), os problemas patológicos são evolutivos e tendem a se agravar com o passar do tempo, podendo até gerar novos problemas em decorrência dos primeiros. Por esse motivo, pode-se afirmar que as correções serão mais duráveis, mais efetivas, mais fáceis e mais baratas, quanto mais cedo forem executadas. Sabe-se ainda que os custos das intervenções são crescentes, quanto mais se adia a intervenção. No caso da edificação estudada, foram feitas algumas tentativas de correção das lesões ao longo da sua existência, mas sempre de forma paliativa.

Para a realização da avaliação patológica da edificação em estudo foi seguida uma estrutura composta por três etapas, quais sejam:

- 1 - Levantamento de informações sobre a edificação através de entrevistas não estruturadas e estudo do projeto arquitetônico cedido pela Prefeitura do Campus da UFS (PREFCAMP);
- 2 - Visitas programadas ao local para relatório fotográfico e observação do comportamento das lesões em épocas distintas de chuva e seca ao longo do ano;
- 3 - Execução de ensaios complementares para ajudar na composição do diagnóstico.

A avaliação consiste em, primeiramente, coletar informações e documentações suficientes para que seja possível, assim, cumprir a primeira etapa de análise de documentos. Após as minuciosas pesquisas a cerca do local visitou-se a edificação para conferência destes dados e dar

início ao mapeamento das ocorrências, a partir de análises visuais, seguidos de fotografias, e preenchimento de fichas de vistoria (Figura 2). Apenas assim, com todas as ocorrências fichadas e se necessários realizados ensaios, compõe-se um diagnóstico.

Os problemas podem apresentar-se de forma simples, sendo assim, de diagnóstico e reparo evidentes ou então, de maneira complexa, exigindo uma análise individualizada. (LICHTENSTEIN, 1985). Com todas as ocorrências fichadas pode-se perceber um padrão de sintomas mais freqüentes, fornecendo assim subsídios suficientes para o início de uma análise mais minuciosa.

No item seguinte serão expostas as manifestações patológicas observadas no edifício já citado através de pequenas explanações nos quais se basearam as análises do cadastro fotográfico. Tal cadastro foi elaborado com o intuito de criar um banco de dados a fim de facilitar o diagnóstico.

A metodologia adotada para a primeira etapa foi vistoriar o prédio várias vezes ao longo de um ano, para fazer uma análise visual. Quando observada algum tipo de anomalia, a mesma foi apresentada numa Ficha de Vistoria, como a vista na Figura 2. Assim, cada cômodo da edificação foi vistoriado e foram adicionados comentários sobre o que foi notado para que, dependendo do sintoma e do contexto, pudesse ser feita uma análise mais profunda acerca da sua origem e do tratamento corretivo apropriado.

Além das observações visuais e anotações juntamente com o preenchimento de fichas, foram feitos registros através de fotografias para compor o levantamento das anomalias descritas posteriormente.

FICHA DE VISTORIA - EDIFICAÇÃO DA FAPES/SPA		FOLHA: 01 / 09																
<i>1ª ETAPA - LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS</i>																		
																		
<table border="0"> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Eflorescência</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Disgregação do concreto</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Manchas de umidade</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Manchas de mofo</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Trincas / Fissuras</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Bolhas</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Infiltração</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Corrosão das armaduras/ Armadura exposta</td></tr> </table>	<input checked="" type="checkbox"/>	Eflorescência	<input type="checkbox"/>	Disgregação do concreto	<input checked="" type="checkbox"/>	Manchas de umidade	<input checked="" type="checkbox"/>	Manchas de mofo	<input checked="" type="checkbox"/>	Trincas / Fissuras	<input type="checkbox"/>	Bolhas	<input checked="" type="checkbox"/>	Infiltração	<input type="checkbox"/>	Corrosão das armaduras/ Armadura exposta	<p>Comentários Adicionais:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sujeira na fachada • Fissuras no reboco • Manchas de umidade 	
<input checked="" type="checkbox"/>	Eflorescência																	
<input type="checkbox"/>	Disgregação do concreto																	
<input checked="" type="checkbox"/>	Manchas de umidade																	
<input checked="" type="checkbox"/>	Manchas de mofo																	
<input checked="" type="checkbox"/>	Trincas / Fissuras																	
<input type="checkbox"/>	Bolhas																	
<input checked="" type="checkbox"/>	Infiltração																	
<input type="checkbox"/>	Corrosão das armaduras/ Armadura exposta																	
Área analisada: Fachadas frontal e lateral																		

Figura 2: Modelo de Ficha de Vistoria utilizada durante levantamento fotográfico.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O elemento que mais provoca alterações e falhas numa estrutura é a água, seja do seu ponto de vista químico, por sua grande capacidade de dissolver substâncias e participar de reações com componentes; e fisicamente, por ser um veículo que transporta corpos.

Nappi (2002) *apud* Silva (2007) esclarece que apenas ocorre o processo do transporte de água na edificação, pelo qual essa substância percola no interior dos poros dos materiais, com a existência de poros abertos ou fissuras no material que permitam a penetração das moléculas de água. Sendo que o tipo e o tamanho destes poros e fissuras existentes influenciam extremamente, já que deve também haver uma comunicação entre eles para que assim ocorra a percolação. O fluxo é decorrente da diferença de pressão de vapor entre regiões do material, por isso que quanto menor for o tamanho dos poros essa difusão ocorre com maior intensidade. Existem diversas maneiras de incidências da umidade, como: chuva, nível da água do lençol freático alto, capilaridade, infiltrações, vazamentos, condensação, percolações, entre outros.

Não apenas por questões estéticas, mas também para assegurar a salubridade da edificação é que se combate ao máximo à umidade nas paredes e nos pisos. Segundo Bauer (2008), as manifestações mais corriqueiras são as manchas de umidade, corrosão, bolor, fungos, algas, líquens, eflorescências, descolamentos de revestimentos, entre outros; todas estas questões são originadas pela ação da água na edificação, independente do estado físico em que se encontra.

A presença de umidade pode ser constatada em praticamente todas as paredes em contato com a fachada, causando descascamento da pintura e do reboco; a provável causa seria a impermeabilização da fachada mal executada. Além da infiltração proveniente das chuvas, as manchas de umidade que também existem foram provocadas por capilaridade (Figura 3). Também foram encontradas infiltrações provocadas por vazamentos acidentais, como mostrado nas Figuras 4 e 5, no local existia um bebedouro que causou este problema chegando a atingir até a parte inferior da laje onde estava localizado.



Figura 3: Hall de entrada/sala de espera.

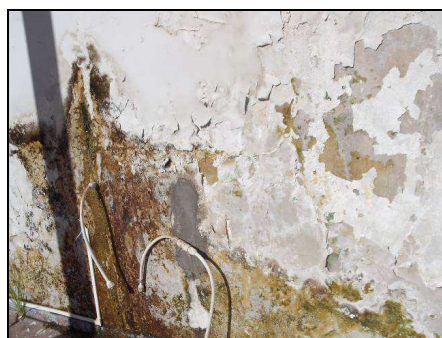


Figura 4: Corredor pavimento superior.



Figura 5: Vista de baixo da laje.

Ao longo de toda a edificação pode ser identificado uma grande incidência de problemas provocados pela umidade, como eflorescências, manchas de umidade, mofo, entre outros (Figuras 6 e 7). Além do mais, na Figura 8 mostra que na fachada as liberações de água que saíam do ar condicionado eram direcionadas para dentro da alvenaria, permitindo que a água percorresse livremente internamente.



Figura 6: Entrada da Sala 02.



Figura 7: Sala do diretor.



Figura 8: Fachada frontal.

Assim como todas as manifestações patológicas citadas provenientes da umidade, é imprescindível a presença de poros interligados para que ocorra o transporte da água em forma líquida, com o efeito da atração que existe, sendo que quanto menor o diâmetro dos poros maior será a ascensão da água no material.



Figura 9: Depósito embaixo da escada.

Esta ascensão da água numa parede, como por exemplo, na Figura 9, na sua maioria só se estabiliza quando as quantidades de água evaporada e absorvida do solo por capilaridade igualarem-se. Além de tudo, a água pode transportar substâncias do solo capazes de provocar diversos estorvos, causando não só a desagregação e corrosão das armaduras, como também eflorescências.

A eflorescência é decorrente de depósitos salinos, principalmente de sais de metais alcalinos (sódio e potássio) e alcalino-terrosos (cálcio e magnésio) na superfície de alvenarias, provenientes da migração de sais solúveis nos materiais e componentes da alvenaria. As eflorescências podem alterar a aparência da superfície na qual se depositam e, em determinados casos, seus sais constituintes podem ser agressivos, causando desagregação profunda, como no caso dos compostos expansivos. Porém, para que ocorra esta falha, são necessários e suficientes três fatores simultâneos: a presença de água, o teor de sais solúveis existentes nos materiais ou componentes e condições ambientais e de estrutura que proporcionem a percolação da solução para a superfície e evaporação da água. Se um destes três itens deixarem de existir, não é possível a formação da eflorescência (BAUER, 2008).

A causa mais freqüente para o aparecimento desta patologia é a capilaridade, onde a umidade sobe pelo solo, pelo interior da alvenaria, e atinge a pintura da fachada (VERÇOZA *apud* SANTOS e SILVA FILHO, 2008).

A próxima etapa da avaliação patológica após o levantamento de informações a cerca do problema é o estudo da sua causa a partir de análises laboratoriais ou ensaios destrutivos ou não. Com a ajuda do Laboratório de Química Analítica Ambiental da Universidade Federal de Sergipe (LQA) foi possível alcançar os resultados necessários. Primeiramente, foram coletadas as amostras, cerca de 30g, de pontos diversos e aleatórios:

AMOSTRA 1: Eflorescência localizada abaixo da esquadria no hall de entrada

AMOSTRA 2: Eflorescência localizada na sala de reuniões

AMOSTRA 3: Eflorescência localizada no depósito embaixo da escada

AMOSTRA 4: Eflorescência localizada no auditório – ao lado da esquadria

AMOSTRA 5: Eflorescência localizada – embaixo da esquadria



Figura 10: Raspagem para coleta – AMOSTRA 1.



Figura 11: Local da coleta - AMOSTRA 2.



Figura 12: Raspagem para coleta – AMOSTRA 3.



Figura 13: Local da coleta - AMOSTRA 4.



Figura 14: Local da coleta para análise - AMOSTRA 5.

No laboratório, a análise foi realizada com o auxílio de um equipamento denominado cromatógrafo de íons, que consiste em um aparelho bastante eficiente para separação e determinação dos íons existentes naquela amostra.



Figura 15: Amostras dissolvidas em tubos de ensaio.



Figura 16: Cromatógrafo.

O sal, por ser um eletrólito forte, dissolve-se facilmente em água e sua dissociação é total, o que significa que ocorre a separação entre o cátion e o ânion, como foi observado no resultado químico (Tabela 1). Os ânions que apresentaram maior quantidade foram o cloreto e o sulfato, que são os mais comuns em materiais de construção e possuem coloração branca. E os cátions mais abundantes foram o sódio e cálcio.

Tabela 1: Resultado químico das amostras coletadas.

Amostras	Ânions (mg/L)						
	Fluoreto	Cloreto	Nitrito	Brometo	Nitrato	Sulfato	Fosfato
↓							
FAP 1	n.d.	154,35	5,10	n.d.	89,26	2.267,54	4,24
FAP 2	n.d.	330,32	11,32	n.d.	325,84	1.731,36	n.d.
FAP 3	n.d.	279,26	5,53	n.d.	154,12	491,80	n.d.
FAP 4	n.d.	191,43	n.d.	n.d.	40,74	2.636,29	n.d.
FAP 5	n.d.	125,10	0,89	103,58	n.d.	80,16	0,08

Amostras	Cátions (mg/L)					
	Lítio	Sódio	Amônia	Potássio	Magnésio	Cálcio
↓						
FAP 1	n.d.	534,66	n.d.	22,89	4,35	555,30
FAP 2	n.d.	184,90	n.d.	61,16	28,70	819,44
FAP 3	n.d.	116,35	n.d.	18,96	6,35	287,82
FAP 4	n.d.	561,91	n.d.	141,64	22,66	621,76
FAP 5	n.d.	33,64	0,99	5,57	2,96	118,86

Amostras	Ânions (mg/kg do material seco)						
	Fluoreto	Cloreto	Nitrito	Brometo	Nitrato	Sulfato	Fosfato
↓							
FAP 1	n.d.	7.686,87	253,88	n.d.	4.445,07	112.925,30	211,29
FAP 2	n.d.	16.502,83	565,70	n.d.	16.278,92	86.498,73	n.d.
FAP 3	n.d.	13.943,64	275,91	n.d.	7.695,29	24.555,47	n.d.
FAP 4	n.d.	9.520,30	n.d.	n.d.	2.026,05	131.106,31	n.d.
FAP 5	n.d.	6.210,22	43,98	5.141,97	n.d.	3.979,18	3,97

Amostras	Cátions (mg/kg do material seco)					
	Lítio	Sódio	Amônia	Potássio	Magnésio	Cálcio
↓						
FAP 1	n.d.	26.626,26	n.d.	1.139,72	216,77	27.654,34
FAP 2	n.d.	9.237,62	n.d.	3.055,75	1.433,71	40.939,41
FAP 3	n.d.	5.809,25	n.d.	946,53	316,83	14.371,09
FAP 4	n.d.	27.944,42	n.d.	7.044,02	1.127,03	30.920,81
FAP 5	n.d.	1.669,86	49,24	276,38	146,75	5.900,74

Uma das lesões mais freqüente na edificação da FAPESF foi a eflorescência, e podem existir diversas origens para esta mesma manifestação patológica, por isso deve ser analisado cada caso em particular afim de corrigi-la. Existem vários sais eflorescíveis, e a partir de pesquisas, previamente realizadas por diversos autores, podemos utilizá-las como parâmetro para descobrir uma provável fonte de origem para cada sal encontrado na composição química, a partir de análises em laboratório.

Como foi visto a percolação da água por elementos construtivos do prédio pode causar inúmeras lesões. E ao percorrer o concreto armado pode atingir a armadura, provocando a degradação do aço do concreto, através da oxidação; processo conhecido como corrosão.

Cánovas (1988) distingue a química como sendo uma corrosão em que o metal não reage com o meio, ou seja, não existem reações oxidação-redução; e a eletroquímica, se alastra por toda a superfície do aço primeiramente em pontos que atuam como ânodos. Ainda vale salientar que, a corrosão eletroquímica costuma ser a principal causa de deterioração nas armaduras do concreto armado.

Helene (1993) *apud* Silva (2007) ressalta que o fenômeno da corrosão de armaduras, em geral, é mais freqüente do que qualquer outro fenômeno de degradação das estruturas de concreto armado, comprometendo-as tanto do ponto de vista estético quanto da segurança, pois aparecem manchas de ferrugem na superfície como os primeiros sintomas. As Figuras 17 e 18 abaixo demonstram o tipo de corrosão em estado avançado que tem na edificação, possivelmente devido à falta de espaçadores e alta porosidade do concreto.



Figura 17: Laje do pavimento superior vista de baixo.



Figura 18: Escada vista do depósito.

“A corrosão dos aços no concreto armado tem dois inconvenientes importantes: produzir disgregações no concreto e diminuir a seção resistente das barras” (CÁNOVAS, 1988). Estes dois problemas foram bastante identificados na edificação, pois com a reação da corrosão o diâmetro da seção da armadura aumenta o que faz com que gere tensões internas elevadas, fazendo com que perca a aderência entre o concreto e a armadura e assim ocorra o desprendimento (“*spalling*”) do concreto.

De acordo com Thomaz (1989), as fissuras e trincas são as anomalias mais importantes devido a três aspectos: o aviso de algum problema sério na estrutura, o comprometimento do desempenho da obra em serviço e o constrangimento psicológico que a fissuração exerce sobre seus usuários. As causas nem sempre são facilmente determinadas apenas com uma simples vistoria, mas a análise e a experiência também contribuem para o diagnóstico em relação às suas causas e origens. Persistindo dúvida em relação ao resultado final, deve-se sempre escolher a favor da segurança.

Foi contabilizada uma grande quantidade de pilares com problemas de corrosão e, conseqüentemente, fissuração, disgregação e redução da seção da armadura, como podem ser vistos nas Figuras 19 e 20. Já na Figura 21, a fim de resolver minimamente a questão estética, pintou-se uma madeira da mesma coloração do pilar encobrindo-o, pois este apresentava a armadura totalmente aparente e deteriorada.



Figura 19: Fissura no pilar. Figura 20: Disgregação do concreto. Figura 21: Pilar “mascarado”

A fim de contabilizar o percentual de incidência de cada uma das lesões, foi feita uma vistoria minuciosa em cada cômodo, tanto nos pilares como nas paredes. As ocorrências mais freqüentes foram representadas em forma de gráfico na Figura 22.

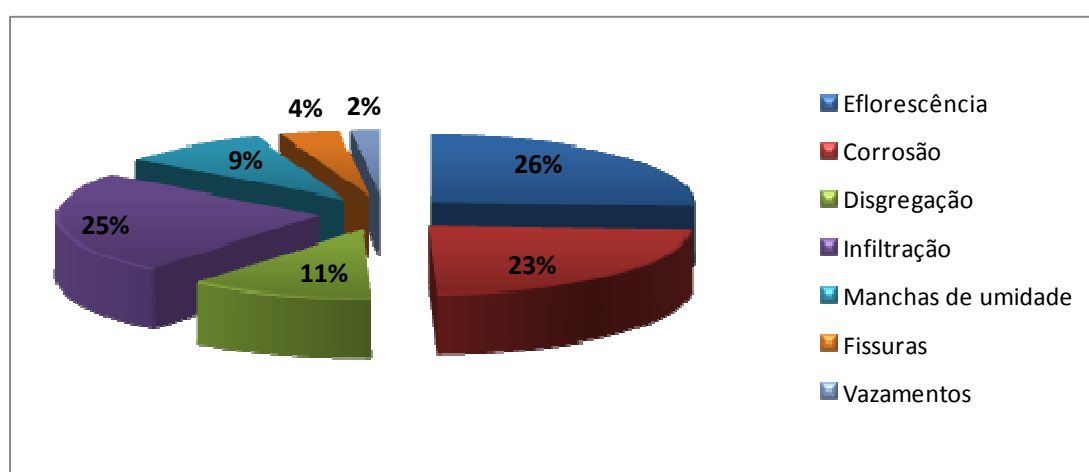


Figura 22: Incidência das lesões.

Algumas dessas lesões são meramente problemas estéticos e de fácil identificação, porém existem outras que necessitam de uma análise um pouco mais aprofundada. Até porque, muitas “correções” já foram executadas para disfarçar as lesões sofridas pela estrutura. E, a fim de se obter dados de cada sintoma, como grau de manifestação, progressão e composições, foram realizados os seguintes ensaios, além das observações visuais:

- Para trincas e fissuras, foram feitas medições periódicas com o fissurômetro para constatar sua progressão ao longo do tempo (Figura 23);



Figura 23: Medição de trincas e fissuras com o fissurômetro

- Para corrosão das armaduras dos pilares, foram feitas medições com o paquímetro para constatar a redução da seção da armadura desses. Assim, pode-se fazer um levantamento da quantidade de pilares que apresentavam maiores reduções devido à corrosão generalizada;



Figura 24: Medição das armaduras

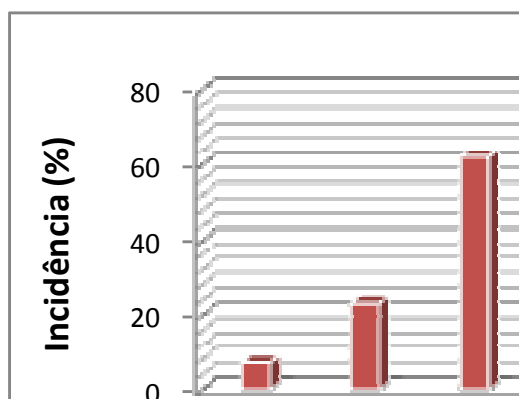


Figura 25: Redução de seção vs Percentual de incidência

Para um diagnóstico a cerca de intervenções com reforços estruturais seria necessário ensaios mais específicos da resistência da estrutura, para descobrir se o desempenho estrutural ainda garante a segurança e se existem formas mais viáveis de resolver o problema.

Como foi explanado, o levantamento das manifestações foi feita a partir de fichas de vistoria, e com a utilização delas e da adaptação da tabela de “Vistoria, avaliação e diagnóstico das manifestações patológicas observadas nas fachadas da edificação” de FAGUNDES NETO (2008), foi feita a Tabela 2:

Tabela 2: Vistoria, avaliação e diagnóstico das manifestações patológicas observadas na edificação

<u>Manifestação Patológica</u>	<u>Aspectos observados</u>	<u>Diagnósticos prováveis</u>	<u>Origens possíveis</u>
Eflorescência	- Praticamente 75% das paredes em contato com a fachada apresentavam este problema; - A maior incidência foi próximo às esquadrias;	- Sais provenientes dos materiais de construção; - Umidade constante;	- Projeto do edifício; - Execução da obra; - Falta de manutenção preventiva;
Disgregação do concreto	- Resultava em armaduras expostas; - Praticamente 60% dos pilares apresentavam este problema;	- Ocasionalada pelo aumento da seção da armadura que causada tensões internas;	- Projeto do edifício; - Execução da obra;
Corrosão	- Praticamente 60% dos pilares apresentavam este problema;	- Despassivação das armaduras; - Concreto poroso que permitiu o contato com o ar e água;	- Execução da obra; - Falta de manutenção preventiva;
Infiltração	- Causavam muitas bolhas nas paredes; - A parede permanecia úmida mesmo em época sem chuva;	- Umidade constante; - Destinação da água dos ar condicionados conduzidos para o interior da alvenaria;	- Execução da obra; - Falta de manutenção preventiva;
Manchas de umidade	- Sujeira na fachada - Apresenta fungos em conjunto, em sua maioria;	- Umidade constante;	- Falta de manutenção preventiva;
Fissuras	- No sentido da armadura nos pilares e vigas; - Som cavo à percussão;	- Ocasionalado devido à corrosão da armadura; - Concreto poroso;	- Projeto do edifício; - Execução da obra;
Vazamentos	Contaminou não só o local em que ocorreu como todos os outros em contato	- Rompimento das tubulações	- Falta de manutenção preventiva;

4. CONCLUSÃO

Pela idade do prédio, a aparição de sintomas patológicos realmente seria algo inevitável ao longo do tempo, porém não na mesma intensidade e quantidade que foi encontrada durante a execução do presente trabalho.

A edificação da Estação UFS, sede da FAPESE e SPA, ao longo dos seus 95 anos, nitidamente não incluiu na sua história adequadas manutenções a fim de prevenir os sintomas existentes e garantir o prolongamento da sua vida útil. As únicas tentativas de reparar a estrutura foram feitas de forma leiga, procurando apenas acabar com o desconforto visual.

Com o intuito de resgatar o patrimônio, este relatório procurou reunir informações acerca das lesões observadas dando sugestões de terapias para repará-las, a partir de estudos sobre cada sintoma que possuía um grau de manifestação mais elevado.

Como pode ser visto, a água foi o elemento responsável por maior parte das incidências, o que leva a perceber que uma impermeabilização bem executada influencia bastante na durabilidade e qualidade da estrutura; pois isto diminuiria consideravelmente a quantidade de falhas no local, fato bastante observado na edificação. Até hoje, na verdade, não dão tanta importância à impermeabilização como deveriam, mesmo havendo inúmeras pesquisas e estudos, como este, que demonstram constantemente que reparos feitos durante a execução da obra evitariam futuramente um gasto excessivo com manutenção, como no objeto de estudo deste relatório, que sendo um edifício comercial, deve estar pelo menos esteticamente apresentável, que não foi observado neste caso.

Sendo um patrimônio histórico, deve-se procurar manter muitos dos seus aspectos a fim de preservar sua originalidade, mas percebeu-se que o reboco externo em sua maioria necessita ser substituído, pois os rebocos antigos apesar de serem espessos são porosos, o que facilita a passagem da água pela alvenaria para o interior da edificação.

Em suma, apesar das limitações de ensaios feitos na edificação, é possível concluir que o prédio não está em condições ideais de abrigar pessoas. Contudo, a partir do que foi observado durante esse trabalho, teve-se a comprovação de que muitos problemas existem, mas há possibilidade de terapia, que deve ser executada o quanto antes, a fim de se evitar problemas maiores e mais graves.

-
1. ANTONIAZZI, J. P. *Patologia das Construções: Metodologia para diagnóstico e estudo de caso em marquises*. 2008, UFSM, Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.ufsm.br/engcivil/relatorios_TCC_I_2008.html> Acesso em: 9 jan.2010.
 2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-6118: Projeto de estruturas de concreto. Rio de Janeiro, 2003.
 3. BAUER, L. A. F. *Materiais de construção*. 5. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2008.
 4. CÁNOVAS, M. F. *Patologia e Terapia do Concreto Armado*. 1. ed. São Paulo: Editora PINI, 1988.
 5. MARCELLI, M. *Sinistros na Construção Civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras*. 1. ed. São Paulo: Editora PINI, 2007
 6. FAGUNDES NETO, J. C. P.. *Perícias de Fachadas em Edificações: pinturas*. 1. ed. São Paulo: Liv. E Ed. Universitária de Direito, 2008
 7. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. NORMA DNIT 090: Patologias do concreto – Especificação de serviço. Espírito Santo, 2006.
 8. DÓREA, S. C. L. *Qualidade da produção das estruturas de concreto armado para edifícios*. Dissertação de mestrado defendida pela EESC – USP, 1998.
 9. FAGUNDES NETO, J. C. P. Proposta de Método p/ investigação de manifestações patológicas em sistemas de pinturas látex de fachadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – COBREAP, XIV, 2007, Salvador/BA.
 10. LICHTENSTEIN, N. B. *Patologia das Construções: Procedimento para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações*. São Paulo, 191p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1985.
 11. MAZER, W.; WICZICK, L. F. S. *Notas de aula do Curso Superior de Tecnologia do concreto, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná*. 2008.

12. 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*, 2006, vol. 52, n° 321, p. 37-49. Disponível em: <www.scielo.br> Acesso em: 13 jan. 2010.
13. RED REHABILITAR, Editores. Manual de Reparo, Proteção e Reforço de Estruturas de concreto. Degussa, São Paulo, 2003.
14. SALES, A. T. C.; SANTOS, D. de G.; DONALD, R. V.; DÓREA, S. C. L. RELATÓRIO DA VISTORIA TÉCNICA NA ESTAÇÃO UFS. Entregue à Reitoria e Prefeitura do Campus da UFS em São Cristóvão em 24 de março de 2009.
15. RIPPER, T; MOREIRA DE SOUZA, V. C. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. 3. ed., São Paulo, Editora PINI, 1996.
16. SABBATINI, F. H.; FRANCO, L. S.; BARROS, M. M. B.; MELHADO, S. B.; ALY, V. L. C. Notas de aula da disciplina Tecnologia da Construção de Edifícios II, curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2006.
17. SANTOS, P. H. C.; SILVA FILHO, A. F. Eflorescência: Causas e Consequências, 2008. Artigo Disponível em: <<http://info.ucsal.br/banmon/>>. Acesso em: 10 jan. 2010.
18. SILVA, A. F. da. Manifestações Patológicas em Fachadas com revestimentos argamassados. Estudo de caso em edifícios em Florianópolis. 2007, UFSC. Dissertação. Disponível em: <www.posarq.ufsc.br> Acesso em: 13 jan. 2010.
19. SILVA, F. T.; PIMENTEL, R. L.; BARBOSA, N. P. Análise de Patologias em estruturas de Edificações da Cidade de João Pessoa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 45., 2003, Espírito Santo: Instituto Brasileiro do Concreto, 2003. Disponível em: <<http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds>>. Acesso em: 23 jan. 2010.
20. THOMAZ, E. Trincas em edifícios – causas, prevenção e recuperação. São Paulo: Editora PINI, 1989.