MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS IDENTIFICADAS NAS ESTRUTURAS DE AÇO DE EDIFÍCIO VERTICAL COMERCIAL EM FASE DE CONSTRUÇÃO

Santos, T. S.[1]; Fioriti, C. F.[2]

[1] Universidade Estadual Paulista – FCT/UNESP, Graduanda em Arquitetura e Urbanismo, Bolsista FAPESP de Iniciação Científica, e-mail: thsantos.arq@gmail.com
[2] Universidade Estadual Paulista – FCT/UNESP, Professor Assistente Doutor, Departamento de Planejamento, Urbanismo e Ambiente, e-mail: fioriti@fct.unesp.br

RESUMO

O trabalho teve como objetivo detectar visualmente as manifestações patológicas presentes e as mais frequentes em um edifício vertical comercial com as estruturas de aço, em fase de construção, situado no município de Presidente Prudente. Como parte desta proposta incluiu-se o levantamento de campo com registro fotográfico das manifestações patológicas e apresentação dos aspectos gerais e as causas prováveis das anomalias detectadas nas estruturas de aço. Em seguida, uma análise sobre os resultados obtidos, nesta análise observou-se a predominância da corrosão, apresentando-se em diferentes níveis de gravidade. Logo, os problemas como um todo se incorporaram ao cenário patológico das corrosões, ligações soldadas, erro de projeto, assim como erro no sistema de montagem. Desta forma, buscou-se contribuir para a melhoria da qualidade das construções metálicas, através da exposição de anomalias encontradas no ambiente construtivo, procurando respostas a partir dos aspectos gerais e causas dos problemas constatados.

Palavras-chave: Estruturas de aço; manifestações patológicas; edifício comercial.

ABSTRACT

The study aimed to visually detect the pathological manifestations present and frequently in a vertical commercial building with steel structures in the construction phase, in the municipality of Presidente Prudente. As part of this proposal was included in the field survey photographic record of the pathological manifestations and presentation of general aspects and likely causes of the deficiencies in structural steel. Then an analysis of the results obtained, in this analysis we observed the predominance of corrosion, performing at different levels of severity. Therefore, the problems as a whole is incorporated with pathologic stage of corrosion, welded connections, design error, and error in the mounting system. Thus, we sought to contribute to improving the quality of metal constructions, by exposing the anomalies found in the constructive environment, seeking answers from the general aspects and causes of observed problems.

Keywords: Steel structures; pathological manifestations; commercial building.

1. INTRODUÇÃO

Pode-se dizer que se torna interessante notar a reação das pessoas ao se depararem com uma edificação estruturada em aço. As pessoas estão tão acostumadas a ver estruturas de concreto que, quando se deparam com um edifício de aço, ou mesmo de qualquer outro sistema estrutural, desviam sua atenção, muitas vezes, para observar a edificação. É da natureza do homem observar fatos estranhos ao seu cotidiano e o contraste que um sistema construtivo diferente, particularmente a estrutura metálica, causa em um ambiente urbano.

Deixando de lado questões estéticas e psicológicas, a causa das manifestações patológicas, está relacionada aos vários fenômenos que influenciam no surgimento das anomalias nas estruturas, como agentes atmosféricos, variações térmicas, agentes biológicos, incompatibilidade de materiais, variação de umidade, cargas excessivas, etc. (HELENE, 1993).

A patologia pode ser vista como a deterioração dos materiais que compõe o sistema estrutural e cada material reage, de forma particular, aos agentes externos e internos, sendo a velocidade de deterioração diferente um do outro (SOUZA & RIPPER, 1998).

Cada edificação, em virtude de suas características, possui uma resistência "própria" frente aos mais variados agentes agressivos. A predisposição da estrutura, ou de uma de suas partes, para apresentar problemas patológicos pode ser originada durante a fase de projeto, de construção ou ser adquirida na fase de uso. Em razão destas incertezas, não é possível prever qual será a reação da edificação quando submetida ao agente agressivo, muito menos estabelecer um controle sobre este (SALMON & JOHNSON, 1990; SILVA, 1981).

Por outro lado, ao determinar os diversos tipos de origens, pode-se realizar um trabalho de prevenção através de um bom planejamento e manutenção da estrutura, salvaguardando sua integridade e, concomitantemente, proporcionando seu uso (THOMAZ, 1992; HELENE, 1993).

No geral, as manifestações patológicas nas estruturas de aço são resultantes da má concepção de projeto, erros de cálculo, escolha inadequada dos perfilados ou definição equivocada das espessuras das chapas, ou ainda, do uso de tipos de aço com resistências diferentes das consideradas no projeto. Muitas vezes, esses fatores comprometem a segurança e funcionalidade da estrutura e estão relacionados com o descuido, cobiça ou economia (CASTRO, 1999; PANOSSIAN, 1993).

Diante disto, este trabalho teve como objetivo detectar, visualmente, as principais manifestações patológicas presentes e as mais frequentes em um edifício vertical comercial com as estruturas de aço, situado no município de Presidente Prudente, onde, através da inspeção visual são apresentados os aspectos gerais e as causas prováveis das anomalias

identificadas nos sistemas estruturais do edifício objeto de estudo de caso. Salienta-se, contudo, que não fez parte do objetivo entrar no mérito da qualificação e da atuação dos profissionais, assim como das empresas que participaram dos projetos e execução desta obra, sendo o único foco a identificação das manifestações patológicas vistas sob a ótica da sintomatologia.

2. METODOLOGIA

Na apresentação de qualquer assunto do conhecimento humano, o método do estudo de caso é altamente rico sob o ponto de vista didático. Dessa forma, o estudo de caso foi à alternativa expositiva escolhida neste trabalho para apresentar o equacionamento das soluções dos conflitos que o envolvem.

Serão relatados os procedimentos metodológicos utilizados para o desenvolvimento do trabalho de campo e seus desdobramentos. A metodologia foi constituída basicamente de 4 etapas, onde são apresentadas, esquematicamente, na Figura 1.

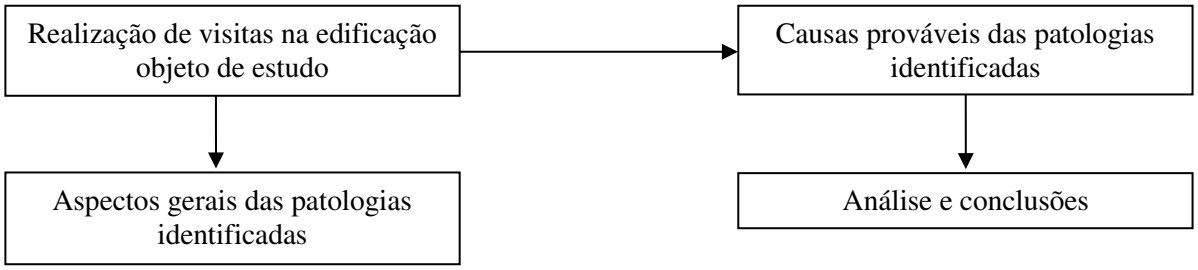


Figura 1: Esquema das etapas executadas no desenvolvimento do trabalho.

Conforme as etapas utilizadas no desenvolvimento deste trabalho, foi possível percorrer um caminho curto e simplificado, visto que não foram utilizadas etapas de exames adicionais e de execução das terapias, mesmo porque não é objetivo deste trabalho realizar exames laboratoriais sobre as propriedades físicas e químicas dos materiais constituintes do estudo de caso.

Assim:

• 1ª Etapa: Essa trajetória foi iniciada com a vistoria do local e o levantamento do histórico do edifício. A vistoria consistiu na verificação dos efeitos das anomalias existentes utilizando os sentidos da visão, do olfato, da audição e do tato. Realização de visitas in loco no edifício, com o objetivo de identificar e fotografar as manifestações patológicas existentes nos sistemas estruturais de aço;

• 2ª Etapa: Descrição dos aspectos gerais das manifestações patológicas encontradas nos sistemas estruturais da edificação objeto de estudo de caso;

• 3ª Etapa: Formulação das hipóteses de diagnósticos das causas prováveis das anomalias durante a etapa de vistoria do local do estudo de caso. As formulações das hipóteses foram baseadas na semelhança dos casos encontrados com aqueles citados pelos autores referenciados neste trabalho;

• 4ª Etapa: Com o diagnóstico mais provável definido, foram formuladas a análise e conclusões do trabalho.

Algumas limitações foram encontradas no desenvolvimento desse trabalho, merecendo destaque as informações incompletas referentes as etapas de execução da construção, a impossibilidade de obtenção de amostras através de processo destrutivo e a inexistência de projetos complementares.

3. RESULTADOS

3.1 Escolha do edifício

O critério de escolha do edifício objeto de estudo partiu do quesito estrutural, ou seja, a definição do aço como material constituinte do sistema estrutural e estar em fase de construção. Pois nestas condições seria possível identificar e analisar, a partir das visitas a campo e fotografias digitais, as eventuais manifestações patológicas, bem como evidenciar as mais frequentes.

O edifício analisado, doravante denominado de Edifício Valência, esta inserido em uma área de intenso fluxo de pedestres e automóveis em função de se consolidar em uma das principais vias do município, predominando o caráter comercial e de serviço. Segundo informações obtidas in loco, a mesma abrigará atividade comercial.

Conforme esperado, o edifício objeto de estudo se encontra em fase de construção, em um bairro cujo zoneamento da área, segundo a Lei de Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo de Presidente Prudente (PMPP, 2008), é o ZR2, ou seja, zona residencial de média densidade populacional e ocupação horizontal e vertical de até dois pavimentos.

Apesar da edificação estudada se encontrar na ZR2, a mesma se apresenta com quatro pavimentos, não estando de acordo com a lei de zoneamento regida pelo município. Possivelmente ao ser implantada a lei em 2008, o edifício estudado, assim como tantos outros adjacentes, já se consolidavam no cenário urbano antes mesmo desta classificação das áreas em zonas, ou seja, aprovação anterior a lei. Outra hipótese seria a ilegalidade que se encontra largamente pela cidade, isso, porém, demandaria análise dos processos.

Contudo, a predisposição da estrutura, ou de uma de suas partes, para apresentar problemas patológicos pode ser originada durante a fase de projeto, de construção ou ser adquirida na fase de uso.

3.2 Manifestações patológicas identificadas

Segundo informações obtidas in loco, esta sendo utilizado nessa edificação o aço ASTM A-36, onde as peças estruturais mais deterioradas são as de perfis de seções "I" e circulares. Trata-se de uma edificação dotada de pilares e vigas de aço, com lajes maciças de concreto armado, e fechamento de alvenaria de blocos cerâmicos.

Tudo leva a crer que boa parte das anomalias, conforme se apurou in loco, foi proveniente do reaproveitamento do material estrutural de outras edificações estruturadas em aço. Porém, isto não significa que a reutilização do material não possa acontecer, mas cuidados com a retirada, transporte e manutenção das estruturas de uma edificação para posterior aplicação em outra devem ser feitos para que problemas futuros sejam evitados.

Assim, o registro das manifestações patológicas encontradas é apresentado na Tabela 1. Com base nos dados de campo, as anomalias mais evidentes foram provenientes de corrosão, falha de projeto, do processo de execução e da manutenção adotada.

Tabela 1: Manifestações patológicas identificadas no Edifício Valência.

Manifestações patológicas	Imagens obtidas in loco
Corrosão uniforme	
Corrosão por pontos	
Falha de concordância em emendas	
Falha na geometria dos perfis	

3.3 Aspectos gerais e causas prováveis das manifestações patológicas identificadas

Pode-se relacionar o levantamento dos aspectos gerais e as causas prováveis (Tabela 2) a partir dos dados de campo e das imagens apresentados.

Tabela 2: Aspectos gerais e causas prováveis das manifestações patológicas identificadas no Edifício Valência.

Manifestações patológicas	Aspectos gerais	Causas prováveis
Corrosão uniforme / Corrosão por pontos	• Manchas superficiais de cor marrom-avermelhada; • Perda de massa uniforme nos perfis (corrosão uniforme); • Perda de massa nos perfis (corrosão por pontos); • Diminuição da seção transversal dos perfis.	• Exposição do aço ao ambiente; • Disposição inadequada dos perfis possibilitando o acúmulo de água e poeira; • Proteção com película deficiente ou inadequada dos perfis; • Falta de manutenção/limpeza adequada antes da utilização dos perfis; • Permanência de respingos de solda e/ou fluxo de solda que geralmente contém sais; • Deposição de material nocivo ao aço.
Falha de concordância em emendas	• Descontinuidade da ligação nos perfis; • Saliências nas ligações; • Imprecisões geométricas dos perfis.	• Falta de usinagem nas ligações; • Falta de detalhamento de projeto; • Erro de montagem; • Emprego de perfis com seções diferentes.
Falha na geometria dos perfis	• Amassamento e/ou avaria dos perfis; • Irregularidade geométrica dos perfis.	• Falha durante o transporte dos perfis; • Erro de projeto; • Defeitos nos perfis; • Mau dimensionamento dos perfis; • Falta de detalhamento de projeto; • Falha durante a montagem da estrutura.

4. ANÁLISE

A análise foi conduzida no sentido de identificar e examinar as eventuais manifestações patológicas presentes no edifício estudo de caso. As falhas localizadas ou globais do edifício podem levar a perda da peça ou ao colapso ao atingir alguns dos estados limites de resistência, ou ainda, estado limite de utilização, provocando perdas humanas ou perdas econômicas importantes.

A partir do levantamento de campo realizado, pode-se perceber que a manifestação patológica que predominou no edifício foi a corrosão. Presente na maioria das peças inspecionadas na estrutura do Edifício Valência, associada a outras manifestações, os danos causados pela corrosão podem conduzir ao mau desempenho dos sistemas estruturais em questão. As

vistorias realizadas constataram que não se executa nenhum tipo de manutenção preventiva das estruturas de aço do edifício estudado.

Evidentemente, a exposição do aço ao ambiente (intempéries) é agente acelerador da corrosão nas estruturas analisadas. Além disso, a visível disposição inadequada dos perfis possibilitando o acúmulo de água e resíduos sólidos – exemplo da poeira – e a falta de cuidados que visam a proteção da superfície tratada compromete, constantemente, a vida útil destes elementos, colocando em risco a utilização do sistema, não atendendo ao fim o qual se destina. Os aspectos patológicos observados, como o aparecimento de manchas de cor marrom-avermelhada, a perda de massa e a diminuição da seção transversal dos perfis provocada pela corrosão, foram os mais evidentes na inspeção visual. A diminuição da seção transversal dos elementos estruturais é o principal problema causado pela corrosão.

Pode ser observada a presença de corrosão uniforme e corrosão por pontos no edifício, sendo esta última a mais grave entre as corrosões levando a perfuração da peça. A corrosão por pontos é também conhecida como corrosão puntiforme, e leva a cavidades em áreas determinadas produzindo furos, sendo este tipo de corrosão altamente destrutiva.

Temos em seguida manifestações relacionadas a falha de concordância em emendas soldas, que contribuem com a falta de fusão das partes adjacentes das peças. Essa anomalia compromete o desempenho das peças por elas afetadas, além de também afetar sua estética, porém há a possibilidade de empregar um plano de reparo e/ou reforço para que esse problema possa ser minimizado.

Constatamos em seguida problemas relacionados a falha na geometria dos perfis. Também foram observados erros envolvendo nervuras de enrijecimento, as quais se apresentam ausentes em alguns pontos das vigas. Em alguns casos em que há a presença destas nervuras, pode-se observar que, a partir de sua geometria, não preenchem todo o espaço compreendido entre as mesas superior e inferior do perfil. Cabe, neste caso, avaliar com maiores detalhes, se estas estão devidamente dimensionadas e espaçadas conforme os requisitos das normas regulamentadoras. Outro problema de caráter geométrico presente nesta edificação aponta para as imperfeições no alinhamento e corte dos elementos estruturais, onde se percebeu vigas exageradamente danificadas pelo excesso de curvatura ao longo do seu eixo longitudinal em razão do seu mau dimensionamento, ou ainda devido à utilização incorreta de peças oriundas de reaproveitamento de outras obras.

A partir do levantamento de campo foi possível observar que o Edifício Valência apresenta pontos críticos de ações patológicas por toda a estrutura, comprometendo seu desempenho estrutural e funcional como um todo. Boa parte das anomalias pode ter sido proveniente do reaproveitamento de material estrutural em aço de outras edificações, o qual, provavelmente, já se encontrava em fase de degradação. Além disso, o edifício não possui projeto estrutural (somente arquitetônico), ficando a critério de o construtor posicionar e definir quais peças são necessárias na execução da estrutura da obra. Tais considerações podem justificar o acúmulo de problemas patológicos em uma mesma edificação, pois as peças que constituem uma obra são projetadas, dimensionadas e detalhadas para um único fim (a utilização final da edificação), e não foi possível saber se a hipotética obra que serviu de fornecimento para essa

construção teria a mesma finalidade, mesmas ações de utilização, e se a mesma foi totalmente construída.

5. CONCLUSÃO

A partir da análise de campo e das fotografias digitais, observa-se que as estruturas do Edifício Valência se encontram bastante prejudicadas, apresentando pontos críticos ao longo da mesma que podem vir, com o passar dos anos, a comprometer seu bom desempenho estrutural.

Na análise do caso, observou-se a predominância da corrosão, podendo vir a motivar os mesmos problemas funcionais. Tal anomalia esta associada a causas, como o não cuidado das peças diante das intempéries e concomitantemente, a ausência de manutenção e prevenção das peças já em fase de corrosão.

Dos grupos patológicos identificados na análise, cada um se manifesta de maneira diferente, atingindo diferentes peças, consequentemente ocasionando problemas variáveis. Logo, os problemas como um todo se incorporam ao cenário patológico das corrosões, ligações soldadas, ligações parafusadas, erro de projeto, assim como erro no sistema de montagem.

Dessa forma, constatou-se que nem todas as anomalias se manifestam igualmente no edifício, por mais que elas sejam compostas pelo mesmo material estrutural, no caso o aço. Sua ocorrência depende de fatores internos, como o de produção, fabricação e montagem, aliados a fatores externos, chuva, sol e poeira. Consequentemente, as condições em que a obra esta sendo executada e o tipo de material metálico que esta sendo utilizado, contribui para a manifestação desses problemas patológicos.

O fator que mais contribuiu com os problemas no edifício foi a falta de prevenção, manutenção e reparo das anomalias detectadas. A falta de cuidado com a estrutura de aço pode vir a provocar outras tantas manifestações que associadas, causaram com o tempo graves problemas. Em função das várias manifestações patológicas, associadas ao reaproveitamento de maneira inadequada de peças metálicas de outras construções, que possivelmente já estavam em fase de degradação, levam ao comprometimento das estruturas.

Diante disso, o estudo sobre o Edifício Valência, com as estruturas de aço, buscou contribuir para a melhoria da qualidade das construções metálicas, através da exposição de anomalias encontradas no ambiente construtivo, procurando respostas a partir da identificação dos aspectos gerais e das causas dos problemas patológicos.

6. AGRADECIMENTO

A FAPESP – Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo auxílio financeiro e pela concessão da bolsa de iniciação científica.

7. REFERÊNCIAS

CASTRO, E. M. C. de. **Patologia dos edifícios em estrutura metálica**. 202f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1999.

HELENE, P. R. L. **Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado**. 231f. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

PANOSSIAN, Z. **Corrosão e proteção contra corrosão em equipamentos e estruturas metálicas**. São Paulo: [s.n.], 2 v, 1993.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PRESIDENTE PRUDENTE – PMPP. **Lei de zoneamento de uso e ocupação do solo**. Secretaria de Planejamento, Desenvolvimento Urbano e Habitação. Planta geral, Presidente Prudente, 2008.

SALMON, C. G.; JOHNSON, J. E. **Steel structures – design ande behaviour – enphasing load and resistence factor design**. 3. ed. Madison: Harpercollinspublisher inc, 1990.

SILVA, P. F. da. **Introdução à corrosão e proteção das superfícies metálicas**. Belo Horizonte: [s.n.], p. 293-326, 1981.

SOUZA, V. C. M. de; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Ed. Pini, 1998.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação**. São Paulo: Ed. Pini, 1992.