

Tema: Estruturas de Aço e Mistas de Aço e Concreto

## MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES COM ESTRUTURAS DE AÇO EM PRESIDENTE PRUDENTE\*

Thais da Silva Santos<sup>1</sup>  
Nayra Yumi Tsutsumoto<sup>2</sup>  
Cesar Fabiano Fioriti<sup>3</sup>

### Resumo

Este trabalho teve como objetivo detectar visualmente as manifestações patológicas presentes e as mais frequentes em duas edificações com as estruturas de aço, situadas no município de Presidente Prudente. Os objetos do estudo se referem a uma edificação comercial de múltiplos pavimentos, e uma edificação para fins religiosos de pavimento único. 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, ligações parafusadas, erro de projeto, assim como erro no sistema de montagem. Além disso, são apresentadas ações para o aumento da qualidade nas edificações com estruturas de aço. 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 identificados.

**Palavras-chave:** Estruturas em aço; Manifestações patológicas; Edificações.

## PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN BUILDINGS WITH STEEL STRUCTURES IN PRESIDENTE PRUDENTE

### Abstract

This study aimed to visually detect the pathological manifestations and frequently present in two buildings with steel structures, located in the municipality of Presidente Prudente. The objects of the study refer to a commercial building with multiple floors, and a building for religious purposes only pavement. 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

---

\* Contribuição técnica ao **Construmetal 2014** – Congresso Latino-Americano da Construção Metálica – 02 a 04 de setembro de 2014, São Paulo, SP, Brasil.



corrosion, welded connections, bolted connections, design error, and error in the mounting system. Moreover, actions to increase the quality in buildings with steel structures are presented. 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 the problems identified.

**Keywords:** Steel structures; Pathological manifestations; Buildings.

<sup>1</sup> Graduanda em Arquitetura e Urbanismo, Bolsista FAPESP de Iniciação Científica, Universidade Estadual Paulista – FCT/UNESP, Presidente Prudente, São Paulo, Brasil.

<sup>2</sup> Arquiteta, Universidade Estadual Paulista – FCT/UNESP, Presidente Prudente, São Paulo, Brasil.

<sup>3</sup> Engenheiro Civil, Professor Assistente Doutor, Departamento de Planejamento, Urbanismo e Ambiente, Universidade Estadual Paulista – FCT/UNESP, Presidente Prudente, São Paulo, Brasil.



## 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, de acordo com Helene [1], 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.

Segundo Souza e Ripper [2], 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.

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 e JOHNSON [3]; SILVA [4]).

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 [5]; HELENE [1]).

Conforme Castro [6] e Panossian [7], no geral, as manifestações patológicas nas estruturas de aço são resultantes da má concepção de projeto, erros de cálculo, escolha inadequada dos perfisados 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.

Diante disto, este trabalho teve como objetivo detectar, visualmente, as principais manifestações patológicas presentes e as mais frequentes em duas edificações com as estruturas de aço, situadas 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 dos edifícios objetos de estudo de caso. Tais objetos de estudo de caso se referem a uma edificação comercial de múltiplos pavimentos, e uma edificação para fins religiosos de pavimento único, ambas em fase de construção. 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 destas obras, 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 a 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.

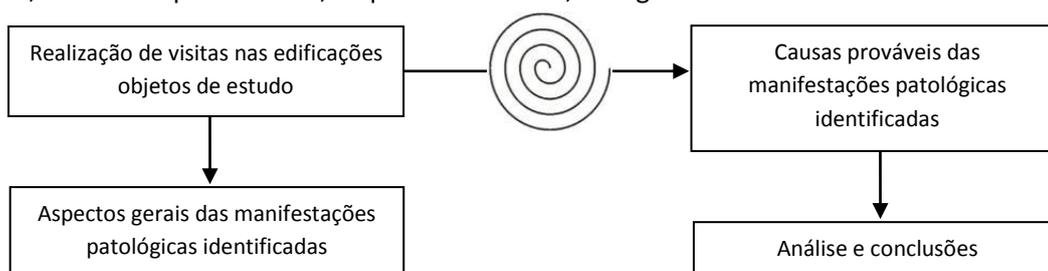


Figura 1: Esquema das etapas executadas no desenvolvimento do trabalho.

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 dos estudos de caso.

Assim:

- 1ª Etapa: Essa trajetória foi iniciada com a vistoria dos locais e o levantamento do histórico dos edifícios. 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 nos edifícios, 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 das edificações objetos de estudo de caso;
- 3ª Etapa: Formulação das hipóteses de diagnósticos das causas prováveis das anomalias durante a etapa de vistoria do local dos estudos 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 das construções, a impossibilidade de obtenção de amostras através de processo destrutivo e a inexistência de projetos complementares.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Escolhas das edificações

O critério de escolha dos edifícios objetos 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.

A primeira estrutura analisada, que doravante será denominada de Edificação A, trata-se da ampliação de uma edificação já consolidada, de caráter religioso, cujo entorno há o predomínio de construções residenciais unifamiliares.

A segunda edificação, denominada de Edificação B, esta inserida 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, os dois edifícios objetos de estudo se encontram 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, [8]), é o ZR2, ou seja, zona residencial de média densidade populacional e ocupação horizontal e vertical de até dois pavimentos.

Apesar das edificações estudadas estarem na ZR2, a Edificação B 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, os edifícios estudados, 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.

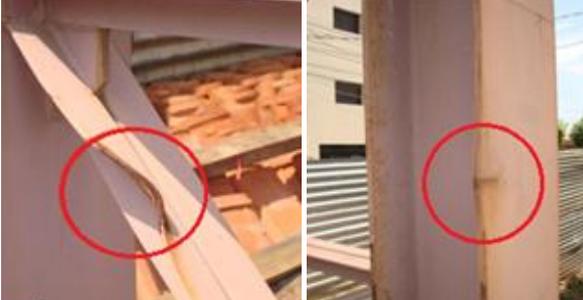
Contudo, a predisposição da estrutura, ou de uma de suas partes, para apresentar problemas patológicos pode ser originada durante a fase de projeto, de construção ou ser adquirida na fase de uso.

### **3.2 Edificação A**

Nesta edificação, segundo informações obtidas in loco, foi utilizado o aço ASTM A-36, onde as peças estruturais mais deterioradas são as de perfis de seções “I”, “U” e cantoneiras. Mesmo sendo uma edificação em fase de construção, toda a estrutura (composta por pilares e treliças) se encontra exposta as intempéries.

A seguir, é apresentado o estudo de caso, elencando-se o registro das anomalias encontradas – ver Tabela 1 que segue. Com base nos dados de campo, são identificadas as manifestações patológicas mais evidentes, provenientes ora de corrosão, ora de falha de projeto, do processo de execução e, até mesmo, da manutenção adotada.

Tabela 1: Manifestações patológicas identificadas na Edificação A.

Manifestações patológicas	Imagens obtidas in loco
Corrosão uniforme	
Falha de concordância em emendas	
Falha no gabarito de furação	
Parafuso com erro de posicionamento	
Falha na geometria dos perfis	



### 3.3 Edificação B

Segundo informações obtidas in loco, também 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 2. Com base nos dados de campo, assim como na Edificação A, as anomalias mais evidentes foram provenientes de corrosão, falha de projeto, do processo de execução e da manutenção adotada.

Tabela 2: Manifestações patológicas identificadas na Edificação B.

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



### 3.4 Aspectos gerais e causas prováveis das manifestações patológicas identificadas

Pode-se relacionar o levantamento dos aspectos gerais e as causas prováveis (Tabela 3) a partir dos dados de campo e das imagens apresentados.

Tabela 3: Aspectos gerais e causas prováveis das manifestações patológicas identificadas nas duas edificações.

Manifestações patológicas	Aspectos gerais	Causas prováveis
Corrosão uniforme / Corrosão por pontos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manchas superficiais de cor marrom-avermelhada;</li> <li>• Perda de massa uniforme nos perfis (corrosão uniforme);</li> <li>• Perda de massa nos perfis (corrosão por pontos);</li> <li>• Diminuição da seção transversal dos perfis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposição do aço ao ambiente;</li> <li>• Disposição inadequada dos perfis possibilitando o acúmulo de água e poeira;</li> <li>• Proteção com película deficiente ou inadequada dos perfis;</li> <li>• Falta de manutenção/limpeza adequada antes da utilização dos perfis;</li> <li>• Permanência de respingos de solda e/ou fluxo de solda que geralmente contém sais;</li> <li>• Deposição de material nocivo ao aço.</li> </ul>
Falha de concordância em emendas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descontinuidade da ligação nos perfis;</li> <li>• Saliências nas ligações;</li> <li>• Imprecisões geométricas dos perfis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de usinagem nas ligações;</li> <li>• Falta de detalhamento de projeto;</li> <li>• Erro de montagem;</li> <li>• Emprego de perfis com seções diferentes.</li> </ul>
Falha no gabarito de furação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Furos sem a presença de parafusos;</li> <li>• Furos irregulares.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falha no posicionamento do gabarito dos furos;</li> <li>• Erro de projeto;</li> <li>• Falta de detalhamento de projeto.</li> </ul>
Parafuso com erro de posicionamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posicionamento incorreto de parafuso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erro de montagem;</li> <li>• Falha na execução da base de concreto;</li> <li>• Falta de “chumbador” na base de concreto;</li> <li>• Falta de detalhamento de projeto.</li> </ul>
Falha na geometria dos perfis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amassamento e/ou avaria dos perfis;</li> <li>• Irregularidade geométrica dos perfis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falha durante o transporte dos perfis;</li> <li>• Erro de projeto;</li> <li>• Defeitos nos perfis;</li> <li>• Mau dimensionamento dos perfis;</li> <li>• Falta de detalhamento de projeto;</li> <li>• Falha durante a montagem da estrutura.</li> </ul>



### 3.5 Análise

A análise foi conduzida no sentido de identificar e examinar as eventuais manifestações patológicas presentes nos dois edifícios estudados de caso. As falhas localizadas ou globais das duas edificações 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 nas duas edificações com estruturas de aço foi a corrosão. Presente em partes da estrutura da Edificação A e na maioria das peças inspecionadas na estrutura da Edificação B, 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 dos dois edifícios estudados.

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. Segundo Gonçalves et al. [9], a diminuição da seção transversal dos elementos estruturais é o principal problema causado pela corrosão.

A corrosão uniforme se encontra em ambas as edificações, porém, somente na Edificação B houve a ocorrência de corrosão por pontos, sendo esta a mais grave entre as corrosões levando a perfuração da peça. Conforme Silva [4], 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 soldadas, que contribuem com a falta de fusão das partes adjacentes das peças. Logo, as manifestações patológicas relacionadas às ligações parafusadas, encontradas somente na Edificação A, se referem a falha no gabarito de furação e parafuso da base com erro de posicionamento. Essas anomalias apontadas comprometem 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 esses problemas possam ser minimizados.

Constatamos em seguida problemas relacionados a falha na geometria dos perfis. Na Edificação B 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 os problemas patológicos se manifestaram em menor quantidade na Edificação A, não prejudicando seu desempenho até o momento. Porém, ao que tudo indica, caso não haja medida de prevenção aos problemas já detectados, os mesmos irão se agravar com o passar do tempo. Além da possibilidade de surgir novas manifestações, prejudicando o funcionamento estrutural e acarretando um custo maior de manutenção posterior.

Entretanto, a Edificação B 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, a Edificação B 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.

### 3.6 Ações para o aumento de qualidade nas edificações com estruturas de aço

São apresentados alguns cuidados que visam evitar ou minimizar a ocorrência das anomalias constatadas:

- a) avaliar se a proposta do projeto contempla as normas vigentes, se o escritório tem conhecimento técnico no porte da obra e se já executou projetos anteriores, se cumpre prazos e se pode arcar com falhas e atrasos possíveis na entrega do projeto, e não se fixar somente no preço;
- b) analisar previamente a habilidade tecnológica do fornecedor, capacidade de equipamentos, organização e adequação pessoal;
- c) para escolha do fornecedor, não se fixar apenas no preço e sim na qualidade e importância das obras anteriores realizadas (também é prudente inspecionar suas instalações industriais);
- d) cuidar da orientação e eficiência da manutenção, verificando se contemplam garantias pós-entrega dos serviços;
- e) observar os testes de proteção superficial e das soldas;
- f) certificar-se da existência e presença do engenheiro e acompanhamento da produção e montagem.

Além das ações apresentadas, temos outros tipos de verificações de caráter geral. Aqui entra a necessidade de se conhecer também as restrições impostas pela NBR 8800 [10], que estabelece no anexo C valores máximos recomendados para deformações horizontais e verticais das edificações. A necessidade de se fazer esta verificação se deve ao fato de evitar a transmissão de esforços oriundos da estrutura para os demais componentes construtivos. Esforços estes que quando absorvidos por tais elementos provocam a sua degradação por não estarem preparados para tal condição de trabalho.

Também a NBR 6118 [11] estabelece limites para deformações de elementos submetidos à flexão em edifícios. Este estudo é importante porque lajes, escadas e reservatórios são muitas



vezes executados em concreto armado, e assim como nos edifícios de aço, a ocorrência destas deformações podem causar trincas prejudiciais ao desempenho do edifício.

Não há regras nem métodos sistemáticos que permitam determinar as causas das manifestações patológicas. Cada caso é um problema particular e deve ser objeto de um diagnóstico particular. A própria experiência e intuição do projetista servem como referência. Problemas patológicos ocorridos em outras edificações podem ser facilmente evitados, mesmo que não exista nenhuma referência sobre determinado assunto.

O sucesso de uma obra em estrutura de aço inicia-se na sua concepção e no desenvolver de seu projeto. Em cada etapa de uma obra, pode-se verificar a existência de ocorrências de falhas, porém a etapa de projeto ainda é a maior fonte delas. Em geral, as falhas no projeto (cálculo, detalhamento, plantas executivas e construtivas, e as plantas de montagem) são as principais responsáveis pelos danos localizados e pela degradação precoce de uma estrutura. Assim, ações de gerenciamento das etapas de projeto são fundamentais para o aumento de qualidade nas edificações com estruturas de aço.

#### **4 CONCLUSÃO**

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

Nas análises dos casos, observou-se a predominância da corrosão, podendo vir a motivar os mesmos problemas funcionais. Tal anomalia está 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 nas análises, quase todos estão presente nas edificações estudadas, porém, cada um se manifesta de maneira diferente, atingindo diferentes peças, conseqüentemente 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 nas edificações, 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. Conseqüentemente, as condições em que a obra está sendo executada e o tipo de material metálico que está sendo utilizado, contribui para a manifestação desses problemas patológicos.

O fator que mais contribuiu com os problemas na Edificação A 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. O mesmo ocorre na Edificação B, 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.

Também são apresentados alguns cuidados que visam evitar ou mesmo minimizar a ocorrência das manifestações patológicas constatadas no trabalho. E diante disso, o estudo sobre as edificações com 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.

### **Agradecimentos**

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, processo 2012/16541-8, pela concessão da bolsa de iniciação científica a autora<sup>1</sup>.

### **REFERÊNCIAS**

- 1 Helene, P. R. L. Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado. 231f. Tese (Livre Docência). São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.
- 2 Souza, V. C. M. de; Ripper, T. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. São Paulo: Ed. Pini, 1998.
- 3 Salmon, C. G.; Johnson, J. E. Steel structures – design and behaviour – emphasizing load and resistance factor design. 3. ed. Madison: Harpercollinspublisher inc, 1990.
- 4 Silva, P. F. da. Introdução à corrosão e proteção das superfícies metálicas. Belo Horizonte: [s.n.], p. 293-326, 1981.
- 5 Thomaz, E. Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação. São Paulo: Ed. Pini, 1992.
- 6 Castro, E. M. C. de. Patologia dos edifícios em estrutura metálica. 202f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1999.
- 7 Panossian, Z. Corrosão e proteção contra corrosão em equipamentos e estruturas metálicas. São Paulo: [s.n.], 2 v., 1993.
- 8 Prefeitura Municipal de Presidente Prudente – PMPP. Lei de zoneamento de uso e ocupação do solo. Secretaria de Planejamento, Desenvolvimento Urbano e Habitação. Planta geral, 2008.
- 9 Golçalves, R. M.; Sáles, J. J.; Nimir, W. A. Alguns aspectos da deterioração e inspeção de pontes metálicas. In: Seminário Uso do Aço na Construção, 4, São Paulo. Anais... São Paulo: EPUSP, 1989. p. 199-212.
- 10 Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR 8800: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro, 2008.
- 11 Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2007.