

Tema: Estruturas de Aço e Mistas de Aço e Concreto

INVESTIGAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS ESTRUTURAS DE AÇO DO PARQUE DO POVO*

Bruna Anacleto dos Santos¹

Cesar Fabiano Fioriti²

Nayra Yumi Tsutsumoto³

Resumo

Atualmente tem-se observado um grande número de edificações e equipamentos públicos relativamente jovens apresentando problemas patológicos de toda sorte. Assim, este trabalho teve como objetivo detectar visualmente as manifestações patológicas presentes e as mais frequentes nas edificações com as estruturas de aço, situadas no Parque do Povo de Presidente Prudente. Os objetos do estudo se referem a uma quadra coberta poliesportiva, um palco para shows e vários pergolados. Como parte desta proposta incluiu-se o levantamento de campo com registro fotográfico das manifestações patológicas e apresentação dos aspectos gerais e causas prováveis das anomalias detectadas. Em seguida, uma análise sobre os resultados obtidos, onde se observou 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, falha de projeto, assim como falha 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 problemas encontrados no ambiente construtivo.

Palavras-chave: Estruturas em aço; Anomalias; Degradação; Edificação pública.

* Contribuição tecnocientífica ao **Construmetal 2016** – Congresso Latino-americano da Construção Metálica – 20 a 22 de setembro de 2016, São Paulo, SP, Brasil.

RESEARCH OF PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN STEEL STRUCTURES OF THE PARK OF THE PEOPLE

Abstract

Currently it has seen a large number of buildings and relatively young public facilities presenting pathological problems of all sorts. This work aimed to visually detect the pathological manifestations present and frequently in buildings with steel structures, located in Presidente Prudente People's Park. The study objects refer to a multi-purpose indoor court, a stage for concerts and various pergolas. As part of this proposal was included in the field survey with photographic record of pathological manifestations and presentation of the general aspects and probable causes of deficiencies. Then an analysis of the results, where there was a predominance of corrosion, performing at different levels of severity. Therefore, the problems as a whole is incorporated to the pathological stage of corrosion, welded connections, project failure, and failure in mounting system. Also, they are presented actions to increase the quality in buildings with steel structures. Thus, we sought to contribute to improving the quality of metal constructions, by exposing problems encountered in the construction environment.

Keywords: Steel structures; Anomalies; Degradation; Public building.

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

² Engenheiro Civil, Professor Assistente Doutor, Departamento de Planejamento, Urbanismo e Ambiente, Universidade Estadual Paulista – FCT/UNESP, Presidente Prudente, São Paulo, Brasil.

³ Arquiteta e Urbanista, Professora Mestre, Instituto Federal de Minas Gerais – IFMG, Santa Luzia, Minas Gerais, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil tem passado por grandes evoluções e inovações no que se refere à rapidez de execução e novas tecnologias. Porém, essas inovações necessitam de atenção e cuidados para que sejam corretamente realizadas em todas as etapas construtivas, desde a fase de projeto até a fase de finalização de uma obra, pois, caso contrário, muitos serão os problemas que poderão surgir, sendo que um deles, e de grande interferência no correto funcionamento de uma estrutura, é o surgimento de manifestações patológicas (CASTRO [1]).

A palavra patologia, etimologicamente falando, procede das raízes gregas *pathos* e *logos*, que se poderia definir, em termos gerais, como um estudo das enfermidades. A patologia construtiva de uma edificação é a ciência que estuda os problemas construtivos que aparecem em um edifício ou em alguma de suas unidades sendo posterior a sua execução (BROTO [2]).

Segundo Souza e Ripper [3], 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.

Pode-se constatar que grande parte das manifestações patológicas construtivas e dos problemas executivos deve-se a deficiências de projeto e de planejamento do processo de produção (SILVA [4]). Na construção metálica, a exatidão e a compatibilização dos vários projetos são necessárias para se aproveitarem as vantagens que o aço e a industrialização podem oferecer (SALES [5]).

A causa das patologias, de acordo com Helene [6], está relacionada a 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 entre outros fatores.

Os maiores problemas são provenientes de deficiências no processo de projeto no que se refere às ligações entre os elementos e a estrutura metálica – sistema estrutural e o de fechamento – e essas, quando não detalhadas adequadamente são problemáticas e podem comprometer a montagem no canteiro de obra, diminuindo a agilidade da construção e conseqüentemente, aumentando o custo da estrutura devido aos retrabalhos (TEIXEIRA [7]; SALMON e JOHNSON [8]).

As estruturas metálicas devem apresentar segurança, funcionalidade e durabilidade, sendo que essas características podem ser prejudicadas mediante ao surgimento de falhas que acarretarão em manifestações patológicas. Segundo Dal’Bó e Sartorti [9], as principais causas das falhas que afetam as estruturas metálicas podem ser:

- Falhas de projeto e de detalhamento;
- Falhas nos processos e detalhes construtivos;
- Falhas de manutenção ou ausência de manutenção preventiva;
- Utilização indevida da estrutura.

Decorrente dessas falhas, as manifestações patológicas tendem a surgir e como consequência prejudicam o correto funcionamento da estrutura.

Diante disto, este trabalho teve como objetivo detectar, visualmente, as principais manifestações patológicas presentes e as mais frequentes nas edificações com as estruturas de aço, situadas no Parque do Povo de Presidente Prudente. Os objetos do estudo de caso se referem a uma quadra coberta poliesportiva, um palco para shows e vários pergolados. Por meio de inspeção visual são apresentados os aspectos gerais e as causas prováveis das anomalias identificadas nos sistemas estruturais das edificações. Salienta-se, contudo, que não

* Contribuição tecnocientífica ao **Construmetal 2016** – Congresso Latino-americano da Construção Metálica – 20 a 22 de setembro de 2016, São Paulo, SP, Brasil.

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 edificações, 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 fez parte do 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 das edificações. 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 nas edificações, 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 edificações e a impossibilidade de obtenção de amostras através de processo destrutivo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Escolha das Edificações do Parque do Povo

O critério de escolha dos objetos de estudo partiu do quesito estrutural, ou seja, a definição do aço como material constituinte do sistema estrutural, 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. As seguintes edificações foram analisadas: uma quadra coberta poliesportiva, um palco para shows e vários pergolados.

3.2 Breve Histórico do Parque do Povo

O Parque do Povo, destacado na Figura 2 pela cor verde, trata-se de uma área de lazer com mais de 6 km de extensão que percorre uma área nobre da cidade, desde a Avenida Manoel Goulart, próximo ao Prudenshopping, até a Avenida Brasil.

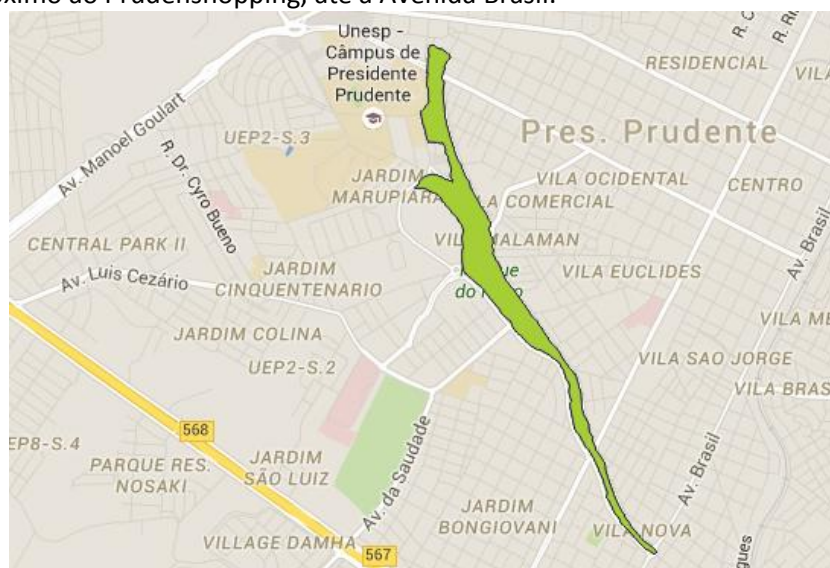


Figura 2: Localização do Parque do Povo. Fonte: Google Maps, 2016 – editado.

Anteriormente a construção do Parque do Povo, o Córrego do Veado onde o parque está localizado, era uma região de difícil acesso e extremamente desvalorizada. Devido a expansão urbana aumentou-se a necessidade de acesso e circulação na região. Foi então que surgiu o programa denominado “Fundo de Vale” em 1976, por iniciativa da Prefeitura Municipal, que tinha como objetivo canalizar um trecho do Córrego do Veado e por meio de um processo de urbanização valorizar o local. No entanto, quando o parque foi inaugurado em 1982, não foi executado o projeto inicial completo, apenas parte dele. Mas já foi o suficiente para provocar grandes mudanças no local e valorizar a região (FRAZILI *et al.* [10]).

Atualmente, o parque consiste em uma extensa área de lazer verde localizada num fundo de vale. Possui equipamentos urbanos de lazer, como pista de skate, quadra poliesportiva, ciclovias, pistas de cooper, campo de futebol, quiosques, playground, academia de idosos, concha acústica entre outros, como mostra a Figura 3.



Figura 3: Parque do Povo, com detalhe do palco para shows, fonte com a concha acústica ao fundo, além da pista de skate.

O parque é utilizado pelos cidadãos tanto durante a semana quanto aos finais de semana e feriados, para diversas atividades. Esse uso constante traz mais segurança ao local e comprova a qualidade do espaço urbano em questão. Essa qualidade influencia não somente no parque mas também nas áreas próximas, tanto é que houve uma forte valorização de toda área localizada no entorno do parque e, principalmente, em seu perímetro – houve instalação de vários estabelecimentos comerciais, como academias, bares, restaurantes, lojas, edifícios etc. Recentemente o parque passou por algumas pequenas reformas, alguns mobiliários como bancos, academia de idosos e algumas edificações como os banheiros foram substituídos ou mesmo reformados.

3.3 Manifestações Patológicas no Sistema Estrutural das Edificações do Parque do Povo

As Tabelas 1 a 8 apresentam-se o registro das anomalias visualizadas, onde se pode relacionar o levantamento dos aspectos gerais, as causas prováveis e o diagnóstico provável, a partir dos dados de campo e do registro fotográfico realizado.

* Contribuição tecnocientífica ao **Construmetal 2016** – Congresso Latino-americano da Construção Metálica – 20 a 22 de setembro de 2016, São Paulo, SP, Brasil.

Tabela 1: Corrosão nas bases de pilares dos pergolados.

Base de pilares distintos	
Aspectos gerais	<ul style="list-style-type: none"> •Corrosão nos cordões de solda entre as chapas de topo e pilares; •Perda de parte do acabamento (pintura); •Manchas marrom-avermelhadas devido ao processo existente de corrosão nas chapas de topo; •Redução da massa das chapas de topo; •Redução da massa dos perfis “U” (Fig. b); •Mancha marrom-avermelhada devido ao processo de corrosão na ligação entre os perfis “U” (Fig. b).
Causas prováveis	<ul style="list-style-type: none"> •Falta de manutenção preventiva; •Excesso de umidade; •Ação química da água de chuva que fica acumulada nas chapas de topo; •Elementos em contato com águas residuais.
Diagnóstico provável	<ul style="list-style-type: none"> •Ação química da água de chuva que propicia a corrosão tanto nas chapas de topo como nos perfis “U”.

Tabela 2: Corrosão em pilares dos pergolados.

Pilares distintos	
Aspectos gerais	<ul style="list-style-type: none"> •Perda de parte do acabamento (pintura) nos pontos de solda dos perfis “U”; •Manchas marrom-avermelhada devido ao processo existente de corrosão na ligação dos perfis “U”; •Redução de massa dos perfis “U”; •Prejudica a estética da edificação.
Causas prováveis	<ul style="list-style-type: none"> •Falta de manutenção preventiva; •Excesso de umidade; •Ação química da água de chuva que penetra nos perfis “U” dos pilares pela parte superior; •Acumulo de impurezas.
Diagnóstico provável	<ul style="list-style-type: none"> •Ação química da água de chuva que penetra nos perfis “U” dos pilares pela parte superior e escorre por todo o comprimento do pilar.

Tabela 3: Corrosão em vigas dos pergolados.

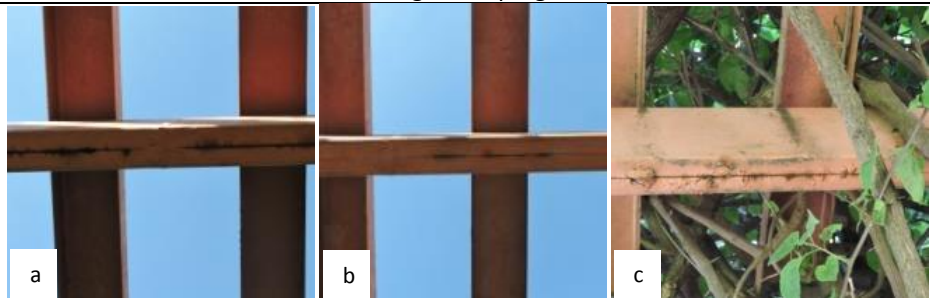
Vigas distintas	
Aspectos gerais	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de acabamento (pintura) nos pontos de solda dos perfis "U"; • Coloração marrom-avermelhada na solda dos perfis "U" das vigas devido ao processo de corrosão; • Redução da massa dos perfis "U"; • Prejudica a estética da edificação.
Causas prováveis	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de manutenção preventiva; • Retenção e acúmulo de impurezas; • Excesso de umidade; • Ação química da água de chuva devido à infiltração nos perfis "U" das vigas.
Diagnóstico provável	<ul style="list-style-type: none"> • Ação química da água de chuva devido à infiltração nos perfis "U" das vigas pelas soldas da parte superior que não são contínuas.

Tabela 4: Corrosão em base de pilar no palco para shows.


Pilar	
Aspectos gerais	<ul style="list-style-type: none"> • Base do pilar no mesmo nível do piso; • Corrosão no cordão de solda entre a chapa de topo e pilar; • Perda de parte do acabamento (pintura); • Manchas marrom-avermelhadas devido ao processo existente de corrosão na chapa de topo.
Causas prováveis	<ul style="list-style-type: none"> • Base do pilar no mesmo nível do piso, o que facilita o acúmulo da ação química da água de chuva; • Falha de projeto e/ou de detalhamento; • Falha de execução; • Falta de manutenção preventiva; • Excesso de umidade; • Acúmulo de impurezas.
Diagnóstico provável	<ul style="list-style-type: none"> • Base do pilar no mesmo nível do piso, o que facilita o acúmulo da ação química da água de chuva, pois essa estrutura se encontra sem telhamento na cobertura.

Tabela 5: Corrosão em treliças e vergas da cobertura do palco para shows.

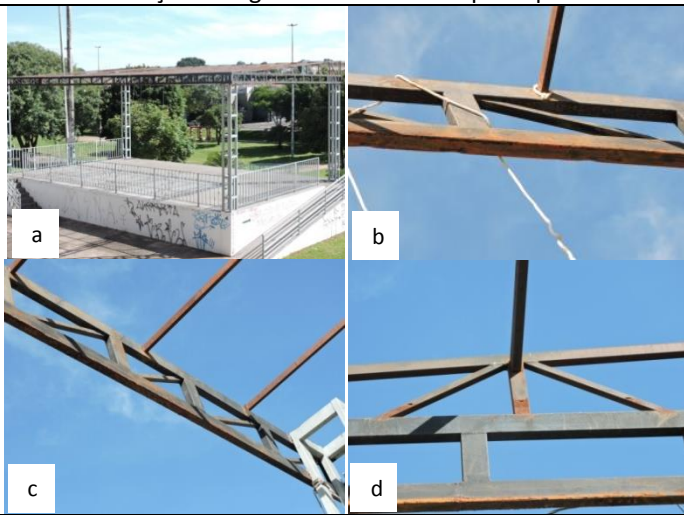
<p>Treliças distintas</p>	
<p>Aspectos gerais</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de acabamento (pintura) em toda a estrutura de cobertura; • Coloração marrom-avermelhada nas treliças e terças devido ao processo de corrosão; • Perda de massa dos perfis que compõem a estrutura de cobertura; • Falta de telhamento na estrutura de cobertura; • Prejudica a estética da edificação.
<p>Causas prováveis</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ação química da água de chuva na estrutura de cobertura (externamente e internamente por meio de infiltração nos perfis); • Falta de manutenção preventiva; • Excesso de umidade; • Retenção e acúmulo de impurezas.
<p>Diagnóstico provável</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ação química da água de chuva em função da retirada do telhamento que existia na estrutura de cobertura.

Tabela 6: Ligação deficiente em terça da cobertura do palco para shows.

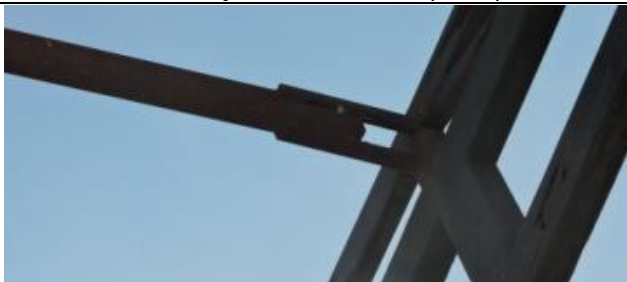
Terça	
Aspectos gerais	<ul style="list-style-type: none"> •Terça constituída por perfil tubular retangular ligada a treliça por meio de duas chapas soldadas; •Parte superior e inferior do perfil tubular retangular da terça não apresenta nenhum componente na ligação; •Coloração marrom-avermelhada tanto na terça como na treliça devido ao processo de corrosão; •Atrapalha as questões estéticas da estrutura.
Causas prováveis	<ul style="list-style-type: none"> •Falha de projeto e/ou de detalhamento; •Ação química da água de chuva em função da retirada do telhamento que existia na estrutura de cobertura (corrosão). •Falha de execução na ligação: corte da terça com comprimento inadequado (inferior ao necessário).
Diagnóstico provável	<ul style="list-style-type: none"> •Falha de execução na ligação: corte da terça com comprimento inadequado (inferior ao necessário), porém o aproveitamento desta peça fez com que fosse executado um prolongamento da peça, neste caso com duas chapas soldadas apenas em dois dos quatro lados de perfil tubular retangular.

Tabela 7: Corrosão em pilares distintos na quadra poliesportiva.

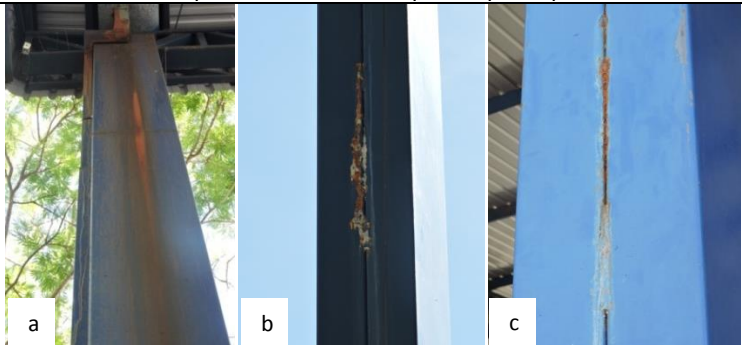
Pilares distintos	
Aspectos gerais	<ul style="list-style-type: none"> • Perda de parte do acabamento (pintura) nos pontos com e sem solda dos perfis “U”; • Mancha marrom-avermelhada pontual devido ao processo existente de corrosão na ligação dos perfis “U” (Fig. b, c); • Mancha marrom-avermelhada por todo o comprimento do pilar devido ao processo existente de corrosão nos perfis “U” (Fig. a); • Redução de massa dos perfis “U”; • Prejudica a estética da edificação.
Causas prováveis	<ul style="list-style-type: none"> • Falha de projeto e/ou de detalhamento (Fig a); • Falta de manutenção preventiva; • Excesso de umidade (Fig. b, c); • Ação química da água pluvial (Fig a); • Acúmulo de impurezas (Fig b, c); • Perda do material de recobrimento e proteção (tinta) (Fig. b, c).
Diagnóstico provável	<ul style="list-style-type: none"> • Ação química da água pluvial em que o bocal da calha apresenta problema na ligação com o condutor fazendo com que a água escorra por todo o comprimento do pilar (Fig. a); • Excesso de umidade (Fig. b, c) no local, pois a quadra não apresenta nenhum tipo de fechamento lateral.

Tabela 8: Corrosão em base de pilares distintos na quadra poliesportiva.

Base de pilares distintos	
Aspectos gerais	<ul style="list-style-type: none"> • Perda de parte do acabamento (pintura) das bases; • Manchas marrom-avermelhadas devido ao processo existente de corrosão nas bases; • Presença de dutos de água pluvial com saída direta nas chapas de topo dos pilares.
Causas prováveis	<ul style="list-style-type: none"> • Falha de projeto e/ou de detalhamento que favorece a ação química da água pluvial; • Falha de execução; • Excesso de umidade na região dos dutos; • Elementos em contato com águas residuais e impurezas.
Diagnóstico provável	<ul style="list-style-type: none"> • Falha de projeto e/ou de detalhamento, pois o bocal curto do condutor favorece a ação química da água pluvial, fazendo que a mesma fique acumulada na chapa de topo devido às nervuras de rigidez.

3.4 Análise

A análise foi conduzida no sentido de identificar e examinar as eventuais manifestações patológicas presentes nas edificações e pergolados do Parque do Povo. As falhas localizadas ou globais, tanto das edificações quanto dos pergolados, 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 econômicas importantes.

A partir do levantamento de campo realizado, pode-se perceber que a manifestação patológica que predominou nas edificações e pergolados com estruturas de aço foi a corrosão. Presente em partes dos pergolados e da quadra poliesportiva, e em toda a estrutura da cobertura do palco para shows, bem como associada a outras anomalias, 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 objetos de estudo de caso.

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 à 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. [11], a diminuição da seção transversal dos elementos estruturais é o principal problema causado pela corrosão.

* Contribuição tecnocientífica ao **Construmetal 2016** – Congresso Latino-americano da Construção Metálica – 20 a 22 de setembro de 2016, São Paulo, SP, Brasil.

A corrosão uniforme se encontra em ambas as edificações e pergolados, porém não foi observada 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. Como soluções de reparo se propõem que realizem a limpeza dos elementos corroídos com jatos de areia, aplicando posteriormente à limpeza um *primer* e uma pintura inibidora e preventiva de novos processos corrosivos, sendo que, em casos mais severos onde a corrosão já danificou a peça estruturalmente, indica-se que esta seja substituída parcial ou totalmente.

Temos em seguida a manifestação patológica relacionada à ligação deficiente em terço da cobertura do palco para shows, que contribui com a falta de fusão das partes adjacentes da peça. Essa anomalia apontada compromete o desempenho da peça por ela afetada, 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.

A partir do levantamento de campo foi possível observar que os problemas patológicos se manifestaram em menor quantidade na quadra poliesportiva, 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, o palco para shows e os pergolados apresentam pontos críticos de ações patológicas por toda a estrutura, principalmente por não apresentarem telhamento em suas respectivas coberturas, comprometendo seu desempenho estrutural e funcional como um todo.

3.5 Ações para o aumento de qualidade nas edificações com estruturas de aço

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

- I) 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;
- II) analisar previamente a habilidade tecnológica do fornecedor, capacidade de equipamentos, organização e adequação pessoal;
- III) 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);
- IV) 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;
- V) 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 ABNT NBR 8800 [12], 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.

* Contribuição tecnocientífica ao **Construmetal 2016** – Congresso Latino-americano da Construção Metálica – 20 a 22 de setembro de 2016, São Paulo, SP, Brasil.

Esforços estes que quando absorvidos por tais elementos provocam a sua degradação por não estarem preparados para tal condição de trabalho.

Também a ABNT NBR 6118 [13] 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 e pergolados objetos de estudo de caso se encontram 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 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 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, assim como na ligação deficiente (terça).

Dessa forma, constatou-se que nem todas as anomalias se manifestam igualmente nas edificações e pergolados, 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 foram executadas 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 palco para shows e pergolados foram 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, causarão com o tempo graves problemas.

Também são apresentados alguns cuidados que visam evitar ou mesmo minimizar a ocorrência das manifestações patológicas constatadas no trabalho. Diante disso, o estudo sobre as edificações e pergolados com estruturas de aço buscou contribuir para a melhoria da

* Contribuição tecnocientífica ao **Construmetal 2016** – Congresso Latino-americano da Construção Metálica – 20 a 22 de setembro de 2016, São Paulo, SP, Brasil.

qualidade das construções metálicas, através da exposição de anomalias, 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, pela concessão da bolsa de iniciação científica a autora¹.

REFERÊNCIAS

- 1 Castro, E. M. C. de. Patologia dos edifícios em estrutura metálica. 202f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, Ouro Preto, 1999.
- 2 BROTO, C. Enciclopedia broto patologías de la construcción. Barcelona: Links Internacional, 2005. 1396 p. Disponível em: <http://higieneysseguridadlaboralcv.s.files.wordpress.com/2012/07/enciclopedia_broto_de_patologias_de_la_construccion.pdf>. Acesso em: 11 de Setembro de 2015.
- 3 Souza, V. C. M. de; Ripper, T. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. São Paulo: Ed. Pini, 1998.
- 4 Silva, P. F. da. Introdução à corrosão e proteção das superfícies metálicas. Belo Horizonte: [s.n.], p. 293-326, 1981.
- 5 Sales, U. C. Mapeamento dos problemas gerados na associação entre sistemas de vedação e estrutura metálica e caracterização acústica e vibratória de painéis de vedação. 249p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, Ouro Preto, 2001.
- 6 Helene, P. R. L. Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado. 231p. Tese de Livre Docência. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 1993.
- 7 Teixeira, R. B. Análise da gestão do processo de projeto estrutural de construções metálicas. 267p. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Estruturas. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, 2007.
- 8 Salmon, C. G.; Johnson, J. E. Steel structures – design and behaviour – emphasizing load and resistance factor design. 3. ed. Madison: Harperrcollinspublisher inc, 1990.
- 9 Dal’Bó T. C. M.; Sartorti, A. L. Falhas e patologias nas estruturas metálicas. In: Congresso Latinoamericano da Construção Metálica – CONSTRUMETAL, 2012. Disponível em: <http://www.abcem.org.br/construmetal/2012/arquivos/Cont-tecnicas/apresentacoes/31_FALHAS-E-PATOLOGIAS-NAS-ESTRUTURAS-METALICAS.pdf>. Acesso em 21 de setembro de 2015.

* Contribuição tecnocientífica ao **Construmetal 2016** – Congresso Latino-americano da Construção Metálica – 20 a 22 de setembro de 2016, São Paulo, SP, Brasil.

10 Frazili, L. G. R.; Alves, S. L.; Albano, M. P.; Yeda, R. M. Análise do parque do povo como agente da reurbanização do fundo de vale, e desenvolvimento da cidade de Presidente Prudente-SP. *Colloquium Humanarum*, v. 10, n. Especial, jul–dez, p. 239-247, 2013.

11 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, p. 199-212, 1989.

12 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.

13 Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2007.