

ANALISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESTRUTURAS METÁLICAS NA REGIÃO DE SINOP-MT

RAFAELLY KAROLINNY STEINHAUS¹
LETICIA REIS BATISTA ROSAS²

RESUMO: O aço é um material com características diferentes de outros materiais na área da construção civil, mas usá-la causará algumas manifestações patológicas bem específicas que surgem a partir do seu uso. A falta de manutenção preventiva das estruturas de aço podem dar origem a falhas estruturais. Sendo assim, por meio da análise e interpretação de informações obtidas em levantamentos bibliográficos e vistorias técnicas, evidenciando o conhecimento da literatura existente. Assim, é essencial ter conhecimentos para saber lidar com tais problemas para que não se perca a vida útil do empreendimento. O objetivo da pesquisa é lidar especificamente com a corrosão e fazer recomendações de possíveis tipos de soluções de corrosão destacam a importância da manutenção do edifício metálico. Constatou-se que as edificações em Sinop-MT, geralmente não passam por manutenções, desta forma, pode-se deduzir é possível demonstrar que a manutenção se faz uma ferramenta essencial para garantir a vida útil das estruturas. A manutenção preventiva de equipamentos consiste em procedimentos que ocorrem de forma planejada e rotineira, evitando assim o surgimento de falhas e problemas de maior complexidade.

Palavras-chave: Patológicas. Manifestações. Corrosão. Manutenção.

ANALYSIS OF PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN METALLIC STRUCTURES IN THE SINOP-MT REGION

ABSTRACT: Steel is a material with different characteristics from other materials in the area of civil construction, but using it will cause some very specific pathological manifestations that arise from its use. The lack of preventive maintenance of steel structures can lead to structural failures. Therefore, through the analysis and interpretation of information obtained from bibliographical surveys and technical surveys, evidencing the knowledge of the existing literature. Thus, it is essential to have knowledge to know how to deal with such problems so that the useful life of the enterprise is not lost. The objective of the research is to deal specifically with corrosion and make recommendations for possible types of corrosion solutions highlight the importance of maintaining the metal building. It was found that buildings in Sinop-MT, generally do not undergo maintenance, so it can be deduced that it is possible to demonstrate that maintenance is an essential tool to guarantee the useful life of the structures. The preventive maintenance of equipment consists of procedures that occur in a planned and routine way, thus avoiding the appearance of failures and problems of greater complexity.

Keywords: Pathological. Manifestations. Corrosion. Maintenance.

¹ Acadêmica de Graduação, Curso de Engenharia Civil, UNIFASIPE Centro Universitário, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: rafaelly_karolinny@hotmail.com;

² Professora Mestre em Engenharia Civil, Curso de Engenharia Civil, UNIFASIPE Centro Universitário, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: eng.leticiarosas@gmail.com;

1. INTRODUÇÃO

São inúmeros os privilégios relacionados às estruturas metálicas, entre eles, materiais de alta resistência em vários estados (tensão, compressão, flexão, etc.), embora a área seja relativamente pequena, permite que os elementos estruturais suportem grandes esforços parte dela, o aço possibilita grandes obras com vãos maiores, ruptura e a resistência do material à deformação elástica bem definidos; o aço por sua finalidade tem a maior rapidez no processo da fabricação das peças, reduzindo o prazo final da construção; a facilidade dos elementos serem desmontados, ter fácil acesso de transportar o material, ser substituídos e a possibilidade de reaproveitamento do material que não seja mais necessário a construção, todas essas vantagens favorecem um canteiro de obras mais limpo e organizado.

Comparado com outros materiais, o uso do aço na construção civil apresenta inúmeras vantagens métodos de construção, mas este trabalho irá estudar um deles desvantagens, corrosão.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Estruturas Metálicas

A estrutura metálica é um elemento estrutural cuja seção é produzida totalmente em material metálico, principalmente aço. Este é formado essencialmente por ferro e carbono e sua resistência depende da quantidade de carbono utilizado.

A dinâmica é simples: quanto maior o teor de carbono, mais resistente será o aço fabricado e vice-versa. Entretanto, quanto mais resistente, mais duro (menor ductilidade, maleabilidade) ele também será.

Construções em aço apresentam grandes vantagens, uma delas é em relação a suas formas geométricas, permitindo aos profissionais desta área a ousadia em projetos mais aprimorados.

Apesar de muitas vantagens na utilização de estruturas metálicas são necessários alguns cuidados, pois, suas desvantagens são bem amplas. Os problemas efetivos nas estruturas de aço são chamados de patologias, essas patologias estão presentes em diversas causas tais como: movimentação da estrutura provocada por variações térmicas e higroscópicas; sobrecargas excessivas ou concentração de tensões; deformabilidade excessiva; corrosão e incêndio.

O tipo de aço para determinada estrutura deve ter conformidade à sua solicitação. A escolha do material é essencial, assim como os elementos utilizados para as emendas entre componentes como viga e pilar também tem um papel crucial no comportamento da estrutura metálica. Para dimensionar uma estrutura cabe ao projetista o aperfeiçoamento de detalhamentos e ajustes em um conjunto de componentes que integram a constituição de uma estrutura metálica como: material, componentes de ligações, tipo de ligação assim também como o acabamento e manutenção (PINHEIRO,2007).

2.2 Características do Aço

Existe uma grande variedade de aços que se diferenciam pela forma, tamanho e uniformidade dos grãos que o compõem e, é claro, por sua composição química.

De maneira geral, os aços possuem excelentes propriedades mecânicas: resistem à compressão, à tração, à flexão, e por ser uma material firme, pode ser laminado, forjado, estampado, estriado e suas propriedades podem ainda ser convertidos por tratamentos térmicos ou químicos (FERRAZ, 2003).

Algumas propriedades dos aços abaixo, com a caracterização de cada alguma destas propriedades.

- **Ductilidade:** É a capacidade do material de se deformar plasticamente sem se romper e é definida pela extensão do patamar de escoamento. Dessa maneira, as peças de aço sofrem alterações antes de se romper.
- **Tenacidade:** É a capacidade do material de adquirir energia quando sujeitado à carga de impacto. É a energia total, elástica e plástica, adquirida pelo material por unidade de volume até a sua ruptura, identificando a área total do diagrama tensão de formação.
- **Elasticidade:** O aço sofre deformações devido ao efeito de tensões, tração ou de compressão, sendo assim, capacidade do material de voltar à forma original após contínuo ciclos de carregamento e descarregamento.
- **Plasticidade:** É uma deformação permanente atraída pelo efeito de tensões iguais ou superiores ao limite de escoamento do aço. Deve-se impedir que a tensão correspondente ao limite de escoamento seja atingida nas seções transversais das barras, como forma de limitar a sua deformação.

2.3 Uso do aço na construção civil

Na construção civil, o benefício com grande ênfase, recai sobre os chamados aços estruturais de média e alta resistência mecânica, denominação de todos os aços que, devido à sua alta resistência, ductilidade e outras propriedades, é apropriados para a utilização em elementos da construção designada a carregamento (CBCA, 2014).

Os aços validos na construção civil, os chamados aços estruturais, são aqueles que, devido à suas propriedades de resistência, ductilidade, entre outras, são adequados para a utilização em elementos que suportam cargas.

Nos metais, a corrosão se dá por corrosão química ou eletrolítica, sendo a última mais frequente. Soluções improprias devem ser rejeitadas na fase do projeto, para que não sejam executadas e prejudiquem a estrutura posteriormente (DIAS, 1997).

2.4 Patologia das estruturas metálicas

No Brasil, desde pequeno porte até as de grande porte de construções, sofrem pela ação do clima. Elevados gradientes de temperatura, muitas vezes no mesmo dia, chuvas, poluições colabora para o surgimento de manifestações patológicas que estão associadas com uma ou mais formas de danificação. A seguir é apresentado no quadro 1 com as principais origens de manifestações patológicas em geral.

Quadro 1: Principais origens de manifestações patológicas na construção civil em geral.

Fontes de qualidade na construção	
Causas	Porcentagem
Projeto	42,00%
Execução	28,40%
Material	14,50%
Uso	9,50%
Vários	5,60%

Fonte: Henrique (2001).

As execuções em estruturas metálicas do mesmo modo são, na grande maioria, resultantes de falhas de projetos, erros na fabricação e montagem das estruturas causadas por negligência ou inexistência de controle de qualidade ou então da falta de manutenção. Segundo Pravia e Betinelli (2016) as patologias mais comuns podem ser estabelecidas em seis tipos principais, conforme mostrados no quadro 2.

Quadro 2: As manifestações patológicas mais comuns e as principais causas.

Manifestações patológicas no aço	Principais causas
Corrosão localizada	Causada por deficiência de drenagem das águas pluviais e deficiências de detalhes construtivos, permitindo o acúmulo de umidade e de agentes agressivos.
Corrosão generalizada	Causada pela ausência de proteção contra o processo de corrosão.
Deformações excessivas	Causadas por sobrecargas ou efeitos térmicos não previstos no projeto original, ou ainda, deficiências na disposição de travejamentos.
Flambagem local ou global	Causadas pelo uso de modelos estruturais incorretos para verificação da estabilidade, ou deficiências no enrijecimento local de chapas, ou efeitos de imperfeições geométricas não consideradas no projeto e cálculo.
Fratura e propagação de fraturas	Falhas estas iniciadas por concentração de tensões, devido a detalhes de projeto inadequados, defeitos de solda, ou variações de tensão não previstas no projeto.

Fonte: Pravia e Betinelli (2016).

2.5 Corrosão em estrutura metálica

O ferro elementar é considerado termodinamicamente variável, ou seja, mostra a tendência de atingir seu estado estável por meio da formação de um composto metálico, este processo é conhecido como corrosão e é causado pela relação do metal com os agentes presentes no meio. A corrosão é um tipo de degradação espontânea e irreversível em um material metálico, causando a perda de propriedades mecânicas como resistência, a elasticidade e a ductilidade.

Contudo, abordaremos de maneira específica a respeito da corrosão, que é uma patologia encontrada em estruturas de aço.

2.6 Causas da corrosão

A corrosão de metais ocorre por meio de processos eletroquímicos em reações de oxidorredução. A corrosão provoca danos em estruturas de edifícios, pontes, navios, carros, turbinas, bombas e outros produzidos por metais. O ferro, por exemplo, oxida-se facilmente quando fica exposto ao ar úmido.

A corrosão ocorre porque os metais, com exceção do ouro e da platina, possuem potenciais de oxidação maiores que os do oxigênio. Dessa forma, eles perdem elétrons para o oxigênio presente no ar.

Para que a corrosão ocorra, os quatro recursos essenciais são: ânodo, cátodo, conexão elétrica e eletrólito. Na maioria dos casos, o próprio metal já é os três primeiros elementos geradores, mas o quarto as funções podem aparecer em vários estados. O meio que produz o eletrólito é geralmente o que foi descoberto: a atmosfera, as águas naturais e o solo.

2.6.1 Corrosão na atmosfera

Segundo Gentil (1996), este é o meio mais comum de ocorrência de corrosão em estruturas metálicas. O eletrólito tem sua origem relacionada com o local onde o empreendimento se situa, com a umidade, com a pluviometria, temperatura etc.

Só no meio rural há melhores condições ambientais, então esse processo não acontece porque está corroído por ar ligeiramente poluído. Composição de eletrólito é basicamente água condensada na superfície do metal (chuva, orvalho, Nevoeiro, etc.) junto com gás, sais de enxofre e cloretos dissolvidos e poeira vários poluentes que podem acelerar o processo de corrosão.

2.6.2 Corrosão na água

Este tipo de corrosão é mais comum em piers, plataformas marítimas, pontes ou qualquer outro tipo de estrutura que encontra-se alagado em água. Em geral as edificações são construídas buscando evitar o contato diretamente com a água, ou seja, é raro encontrar alguma edificação em que as peças metálicas estarão imersas em água. Independente da natureza da água seja ela do mar, de água doce ou até mesmo da chuva, ela contém sais dissolvidos que geram uma ação corrosiva sobre os corpos imersos (GENTIL,1996).

2.6.3 Corrosão no solo

Este tipo de corrosão é mais comum em tubulações, cabos subterrâneos, estacas metálicas, pilares enterrados, trilhos, etc. quando enterrados ou em contato direto com o solo. Os solos por ser um material extremamente heterogêneo e compostos por vários tipos de minerais, ácidos, sais e água formam um eletrólito favorável ao desenvolvimento de corrosão. O nível de agressividade do solo no processo de corrosão depende de sua constituição, sendo que as causas mais importantes são a acidez, o teor de umidade, o grau de aeração, a permeabilidade à água e a condutibilidade térmica (GENTIL,1996).

2.7 Tipos de corrosão encontrados na estrutura metálica

Compreender o tipo de corrosão é fundamental para tomar medidas de recuperação adequadas. As manifestações patológicas de corrosão podem ser devido à falta de manutenção, Mudanças ambientais, erros de projeto etc conforme quadro 3 as corrosões que mais são identificado.

Quadro 3: Exemplos de corrosão.

Tipos	Exemplo
Corrosão uniforme	Ocorre em metais expostos em ambientes homogêneos, ou seja, a perda de massa e espessura do metal é igual em todos os pontos de contato com o agente corrosivo.
Corrosão por placas	Alguns metais ao sofrerem corrosão reagem produzindo placas que inicialmente protegem o material da corrosão, porém com o tempo estas placas ficam mais espessas e soltam da superfície do metal, expondo o mesmo a novo ataque.
Corrosão por pites ou alveolar	Surgem na superfície do metal pequenas cavidades profundas considerável e não geram placas de ferrugem.
Corrosão por lixiviação	Surgem laminas de material oxidado que se espalham pelo interior do metal atingindo as camadas mais profundas.
Corrosão sob tensão	Este problema é a resultante da soma de tensão e um meio corrosivo. Essa tensão pode ser proveniente de encruamento, solda, tratamento térmico, cargas etc.

Corrosão por frestas	Ocorre em metais que possuem pontos de concentração iônica, gerando a formação de pilhas em frestas.
Corrosão em ranhuras	Ocorre em pontos no material que proporcionam o acúmulo de solução aquosa e sujeira que causam a contaminação do processo de corrosão.
Corrosão galvânica	Ocorre quando dois metais estão expostos em meio aquoso, sendo o líquido eletrolítico, assim haverá circulação de íons entre os materiais até que estejam em equilíbrio atômico.

Fonte: própria (2020)

2.8 Soluções

Como acontece com qualquer outro tipo de manifestação patológica na estrutura, o primeiro passo é observar que extensão é essa. No caso de corrosão, se as peças estiverem apenas corroídas na superfície, a limpeza da superfície e a nova pintura podem resolver o problema. Limpar jateamento, este é o único processo que realmente fornece limpeza na superfície, toda a ferrugem é eliminada uniforme. Se você não pode explodir areia, a aderência do programa deve ser observada através da limpeza mecânica, que é importante para uma tinta que seja compatível com a estrutura e tenha forte adesão à solução limpeza mecânica.

Quando o nível da estrutura é muito alta, recomenda-se avaliar a segurança da estrutura, pode haver duas opções de reparo: reforço ou substituição de peças danificadas. Simultaneamente neste caso, a superfície corroída deve ser adequadamente limpa e sempre optar por pulverizar areia. Antes de definir os procedimentos a serem usados nas seguintes situações, algumas considerações devem ser consideradas: Um maior grau de corrosão.

Quanto ao esforço, deve haver apenas uma pequena ou parcial a superfície está corroída e esse alongamento não será muito afetado. Escolha para isso o programa pode considerar soldas com características iguais ou maiores que o contorno danificado, para garantir que está soldagem transmita continuidade física e propriedades geométricas aos elementos.

A substituição deverá ser feita em materiais onde o reforço não pode garantir a estabilidade estrutural e é uma solução confiável e de menor custo para a empresa. Como parte a estrutura metálica é fácil de substituir, o que leva a uma redução significativa de custos, é ainda mais econômico do que o reforço.

2.9 Manutenção

Aspectos inerentes à durabilidade das estruturas deverão ser necessariamente integrados no processo de concepção das estruturas (Pravia, Betinelli, 1998). Segundo a ABNT 14037:2011, a durabilidade é a manutenção das características de um produto que permitem satisfazer as necessidades dos seus usufruidores durante um determinado tempo. A ABNT NBR 8800:2008 demonstra que esse período deverá ser válido como vida útil de projeto (VUP). Segundo a mesma norma, para se cumprir a VUP da estrutura, deverão ser cumpridos os requisitos de uso e manutenção estipulados pelo projetista e construtor. Segundo Costa (2012), além dos materiais e das condições ambientais, a qualidade do projeto e as ações de manutenção também influenciam o desempenho das estruturas, podendo fazer com que a VUP não seja atingida.

Manutenção é toda a ação de acompanhamento da situação funcional de uma estrutura com o objetivo de garantir a conservação do seu desempenho previamente estipulado durante a sua concepção (Rosa, Pravia, 2011; Costa, 2012). Este aspecto é de particular importância nas estruturas metálicas, uma vez que seu ponto fraco não é de caráter estrutural, mas sim de manutenção (Lourenço et al., 2009). Costa (2012) refere que a falta de manutenção poderá resultar em situações de prejuízos financeiros, o que faz com que as ações inseridas neste contexto assumam especial relevância, uma vez que permitem obter conhecimento atualizado do desempenho da estrutura.

Para Odrobinak e Hlinka (2016), a ausência de manutenção preventiva origina falhas das estruturas metálicas decorrentes da corrosão. Segundo a Scndt (2010) e Costa (2012), esta é uma das principais causas de colapso das estruturas. A corrosão poderá ser devido à exposição atmosférica (Santos et al., 2014; Sacchi, Souza, 2016), ao contato da estrutura com solos (Braga, 2014) ou fluídos (SCNDT, 2010). A corrosão atmosférica pode ser causada pela conjugação de fatores tais como vento, proximidade ao mar, alta umidade e temperatura, poluição, poeiras (Silva, Pannonip, 2010; Morcillo et al., 2013; Sacchi, Souza, 2016) e exposição à insolação (ABNT NBR 8800:2008).

Apesar da obrigatoriedade exigida pelas legislações em vigor (ABNT NBR 5674:2012; ABNT NBR 14037:2011), a preparação e utilização do Manual de Uso, Operação e Manutenção (MUOM) não é prática comum devido à falta de sensibilidade no que concerne à tomada de decisões no âmbito da manutenção preventiva (ROSA, PRAVIA, 2011; HIPPERT et al., 2015).

Independentemente do tipo de ataque e da deterioração da estrutura, certo devem ser observadas as condições ambientais em que está inserido. Depois de pesquisar, encontrou o problema, como infiltração, vazamento, água estagnada, etc., será mantido um pouco mais baixo e fácil de implementar.

Porém, se a origem for a escolha errada do tipo de aço ou mesmo do tipo de revestimento, será para estabelecer uma solução, uma análise global de toda a estrutura deve ser realizada, o que produzirá um superior. A manutenção deve ser sempre realizada por profissionais treinados.

A limpeza pode ser feita manualmente ou mecanicamente, e deve seguir Especificações originais do projeto. Neste caso, os custos de intervenção serão minimizados, e a taxa de sobrevivência da estrutura é significativamente melhorada. Dificuldade ou falta de reuniões de manutenção frequentes isso agrava ainda mais os problemas existentes, que devem ser previstos na fase de projeto para que fácil acesso à estrutura. É importante dizer que o custo adicional da estrutura é compensado minimizando a proteção contra corrosão e os custos de manutenção.

Em qualquer caso, o custo da interferência deve ser considerado. Mover, instalar e operar equipamentos de limpeza, manutenção, máquinas de solda, placas e vários perfis, podem custar mais do que apenas substitua todo o material.

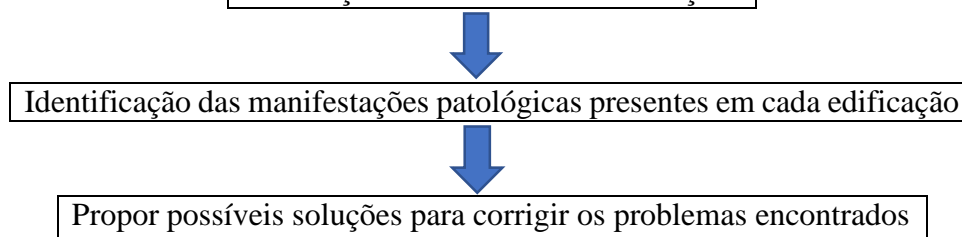
3. METODOLOGIA

O presente trabalho pode ser identificado como uma pesquisa exploratória, a qual tem por objetivo identificar as manifestações patológicas encontradas nas estruturas metálicas em Sinop-MT, buscando as causas de sua ocorrência e possíveis soluções.

O mesmo visa apresentar estudos de casos, que serão nominadas como A, B e C, realizando o levantamento das manifestações patológicas expostas em cada um deles. Com o intuito de identificar as mesmas, adotou-se como metodologia a inspeção visual, na qual se procurou detectar as suas causas.

A metodologia foi constituída basicamente de 3 etapas, onde são apresentadas, abaixo, na figura 1.

Figura 1: Representação de metodologia
Realização de vistorias nas edificações



Fonte: própria (2020)

As etapas da pesquisa são detalhadas a seguir:

1ª Etapa: Essa trajetória foi iniciada com a vistoria dos locais e o levantamento do histórico dos edifícios. A vistoria consistiu na verificação das manifestações patológicas das estruturas metálicas, com o objetivo de identificar e fotografar as manifestações existentes; as vistorias foram feitas seguindo o modelo da figura 02.

Figura 2: Anotações em campo

Nome:	Data:
Endereço:	Cidade:
Ano de conclusão	Data da última manutenção:
Tipo de Estrutura Metálica:	Metragem (m ²):
Levantamento de dados:	
Local da corrosão	
Tipo da corrosão	
Meio corrosivo	
Possíveis causas	
Possíveis soluções	
Manutenções executadas	

Fonte: própria (2020).

2ª Etapa: Descrição dos aspectos gerais das manifestações patológicas encontradas nos sistemas estruturais das edificações objetos de estudo de caso, com base na bibliografia embasamento para o desenvolvimento e sustentação do assunto. Formulação das hipóteses de diagnósticos das causas prováveis das corrosões durante a etapa de vistoria do local.

3ª Etapa: Com o diagnóstico mais provável definido, foram formuladas a análise e conclusões do trabalho.

4. RESULTADOS

4.1 Estrutura A

A primeira estrutura analisada, que doravante será denominada A (figuras 3 e 4), trata-se, de um barracão localizado na Av. Jair Pinheiro, LIC Sul com 375m². O tipo da cobertura é a treliça em formato de arco ou tesoura arqueado, telha em zinco e 5 pilares de concreto em cada lado e suas ligações são em solda. O barracão ainda não tem uma finalidade,

pois está em fase de construção há dois anos. Apesar de ser uma estrutura ainda em construção e nova, ela já se encontra com patologias.

Figura 3: Barracão A



Fonte: própria (2020)

Figura 4: Corrosão na treliça/ Falha na geometria dos perfis



Fonte: própria (2020)

Local da corrosão: Encontra-se nas treliças
Tipo da corrosão: Uniforme
Meio corrosivo: Atmosfera
Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • O barracão estava descoberto e a estrutura metálica exposta; • Falta de acabamento (pintura); • Retenção e acúmulo de impurezas; • Falha na geometria dos perfis; • Falta de manutenção.
Possíveis soluções: Faça uma limpeza e em sequência pintar com uma camada de tinta anticorrosiva.
Manutenção executada: Não houve manutenção.

Evidentemente, a exposição do aço ao ambiente é agente acelerador da corrosão na estrutura acima analisada. Além disso, a visível disposição inadequada dos perfis possibilitando o acúmulo de água e resíduos sólidos – exemplo da poeira e a chuva – e a falta de cuidados

(amassamento dos perfis e a irregularidade geométrica) que visam à proteção da superfície analisada compromete, constantemente, a vida útil destes elementos.

4.2 Estrutura B

A segunda edificação denominada B (figuras 05, 06 e 07), está inserida em uma área de intenso fluxo de pessoas. A mesma localizada na rua Formosa Q02 Lt 07, no Jd. América, destinada ao centro de saúde pública do bairro, com 59,50m² de construção e 310m² de terreno, com cobertura de arco treliçado.

Figura 5: Barracão B



Fonte: própria (2020)

Figura 6: Incompatibilidade do projeto estrutural-Perda de resistência



Fonte: própria (2020)

Figura 7: Falha de concordância nas ligações



Fonte: própria (2020)

Local da corrosão: Encontra-se nas treliças, apoios e ligações.
Tipo da corrosão: Uniforme
Meio corrosivo: Atmosfera
Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Anomalias mais evidentes foram provenientes de corrosão; • Ação química da água de chuva na estrutura de cobertura (externamente e internamente por meio de infiltração nos perfis); • Falta de usinagem nas ligações; • Acúmulo de impurezas; • Excesso de umidade; • Manutenção preventiva; • Falha de projeto e/ou de detalhamento; • Falha de execução; • Emprego de perfis com seções diferentes; • Falta de acabamento (pintura) em toda a estrutura de cobertura;
Possíveis soluções: Uma limpeza que retire toda a área afetada por corrosão da estrutura e uma pintura nova podem solucionar o problema. A mesma necessita de reparos na estrutura.
Manutenção executada: Não houve manutenção.

Através de observações que boa parte das anomalias, conforme se apurou, 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.

Como soluções de reparo se propõem que realizem a limpeza dos elementos corroídos com jatos de areia, aplicando posteriormente à limpeza um primer anticorrosivo e uma pintura suprir e prevenir de novos processos corrosivos.

4.3 Estrutura C

A terceira edificação denominada C, sendo uma serraria localizada no LIC Norte, empresa privada fundada em 1997, com 555m², cobertura de treliça em arco treliçado e telhado de zinco, mista com estrutura de madeira, como visto nas figuras 8 e 9.

Figura 8: Barracão C



Fonte: própria (2020)

Figura 9: Pilares de madeira/viga e cobertura de treliça com corrosão



Fonte: própria (2020)

Figura 10: Telha zinco/corrosão em viga de aço



Fonte: própria (2020)

Local da corrosão: Trelças em geral
Tipo da corrosão: Uniforme
Meio corrosivo: Atmosfera
Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Manutenção, convém ressaltar que este problema pode ser agravado em virtude de muitos anos; • Acumulo de impurezas; • Disposição inadequada dos perfis possibilitando o acúmulo de água e poeira;
Possíveis soluções: Recomendável avaliar a segurança da estrutura. Deve-se analisar a adesão com limpeza mecânica e realizar pintura com tinta anticorrosiva.
Manutenção executada: Não houve manutenção.

O fator que mais contribuiu com os problemas no barracão C, 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.

5. CONCLUSÃO

Este artigo é destinado a abordagem das manifestações patológicas presentes em estruturas de material metálico, detalhando os problemas que foram ocasionados pela patologia, o mesmo buscar assim as possíveis soluções. Nas estruturas vistoriadas foram identificadas em diversos pontos, cujos elementos estruturais em aço foram danificados com o desenvolvimento de corrosão.

A corrosão uniforme se encontra em ambas as estruturas. 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.

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 está sendo utilizado, contribui para a manifestação desses problemas patológicos.

Constatou-se também, que as edificações antigas em Sinop-MT, geralmente não passam por manutenções, desta forma, pode-se deduzir é possível demonstrar que a manutenção se faz uma ferramenta essencial para garantir a vida útil das estruturas, uma vez que ao longo do processo construtivo, permite garantir uma padronização nas estruturas.

Para a correção destes defeitos, a maior parte das vezes, é necessário a remoção do produto oriundo da corrosão e recuperação da pintura, garantindo maior vida útil para a estrutura e melhor estética.

Conclui-se que as manifestações patológicas encontradas ainda não comprometem a integridade das estruturas, porém é de fundamental importância a recuperação e manutenção principalmente nos barracões B e C, pois além de dar uma aparência mais moderna, também se prolonga a sua vida útil.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5674:2012 - **Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção**. Rio de Janeiro, 2012.
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8800:2008 - **Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas de Aço e Concreto de Edifícios**. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14037:2011 - **Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações - Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos**. Rio de Janeiro, 2011.

BRAGA, G. E. **Avaliação da integridade estrutural e gestão de ativos de fundações metálicas de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica devido a corrosão**. Revista da Estrutura de Aço. CBCA, v. 3, n. 3, p. 223-242, 2014.

CASTRO, E. M. C.. **Patologia dos edifícios em estrutura metálica**. 1999. 190 Folhas. Dissertação – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1999.

CBCA (Centro Brasileiro da Construção em Aço). **Ligações em estruturas metálicas**. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil /CBCA, 2011.

COSTA, F. G. **Manutenção das estruturas metálicas com utilização dos ensaios não destrutivos**. In: Construmetal, São Paulo, 2012.

Dal’Bó, Tânia Cristina Machado. Sartorti, Artur Lenz. **Falhas e Patologias nas Estruturas Metálicas** - Faculdade de Engenharia Civil do Centro Universitário Adventista de São Paulo - UNASP. 2012.

DIAS, Luís Andrade de Mattos. **Edificações de aço no Brasil**. I.ed. São Paulo : Zigurate, 1997. 173 p.

DIAS, Luís Andrade de Mattos. **Estruturas de aço : conceitos, técnicas e linguagens**. I. ed. São Paulo : Zigurate, 1997. 204 p.

FERRAZ, Henrique. **O Aço na Construção Civil**. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

GENTIL, Vicente. **Corrosão**. 3. ed. Rio de Janeiro : Livros técnicos e científicos editora. 1996. 345 p.

HENRIQUES, F. M. A. **Noção de Qualidade em Edifícios. Comunicação ao Congresso Nacional da Construção**. Lisboa, 2001.

HIPPERT, M. A.; MATTOS JR., V. H. C.; CÂNDIDO, L. R. **Qualidade e desempenho: a contribuição do manual do usuário**. In: SIBRAGEC ELAGEC, São Carlos, 2015.

IANTAS, Lauren Cristina. **Estudo de Caso: Análise de Patologias Estruturais em Edificação de Gestão Pública**. Curitiba, 2010.

LOURENÇO, L. C.; LOURENÇO, M. V. C.; MENDES, L. C. **Verificação da corrosão e de outras patologias em pontes metálicas**. Teoria e Prática na Engenharia Civil. Dunas, n. 14, p. 25-29, 2009.

MORCILLO, M.; CHICO, B.; DÍAZ, I.; CANO, D. F. Atmospheric corrosion data of weathering steels. A review. **Corrosion Science**. Elsevier, v. 77, p. 6-24, 2013.

ODROBINAK, J.; HLINKA, R. Degradation of steel footbridges with neglected inspection and maintenance. **Revista da Estrutura de Aço**. Elsevier, v. 33, p. 304-311, 2016.

PRAVIA, Z. M. C.; BETINELLI, E. A. **Falhas em estruturas metálicas: Conceitos e estudos de caso**. Curso de Engenharia Civil da FEAR –UPF. Disponível em:. Acesso em 22 abr. 2016.

ROSA, G. R.; PRAVIA, Z. M. C. Planos de manutenção para empreendimentos em estruturas de aço. **Construção Metálica**. ABCEM, ed. 103, p. 38-42, 2011.

PINHEIRO, Libânio M. **Fundamentos do Concreto e Projeto de Edifícios**. São Carlos, 2007

SACCHI, C. C.; SOUZA, A. S. C. **Manifestações patológicas e controle de qualidade na montagem e fabricação de estruturas metálicas**. Revista Eletrônica de Engenharia Civil. UFG, v. 13, n. 1, p. 20-34, 2016.

SILVA, V. P.; PANNONI, F.D., **Estruturas de Aço para Edifícios – aspectos tecnológicos e de concepção**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2010.