

PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS PATOLÓGICAS NAS ESTRUTURAS METÁLICAS NO MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE-PB

José Anselmo da Silva Neto (1); Irenildo Firme do Nascimento (2); Marcos Severino de Lima (3)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, anselmo.neto96@gmail.com (1)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, irenildofirme@hotmail.com (2)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, socram.lima2015@gmail.com (3)

Resumo: O aço é uma liga metálica formada essencialmente por ferro e carbono, com porcentagens deste último variando entre 0,008% e 2,11%. Somente após a 2ª Guerra Mundial com a construção da Usina de Volta Redonda no Rio de Janeiro, a Indústria Siderúrgica implantou-se de fato no Brasil. As anomalias construtivas e descuidos com a manutenção predial periódicas são causadores dos maiores riscos pessoais e materiais significativos, desde o usuário até o próprio proprietário da edificação, a sociedade de um modo geral. Uma edificação deve oferecer condições de uso, segurança e conforto de forma que as atividades ali desenvolvidas não sofram interferências do meio em que está inserida. O presente trabalho teve como objetivo fazer o levantamento das patologias em edificações estruturadas em aço e estabelecer suas origens, causas, mecanismos e terapias. As pesquisas feitas viabilizou apresentar os problemas mais comuns que acontecem nas estruturas de aço, apresentando de forma sucinta suas origens, causas e também propor suas terapias, de forma a se criar um banco de dados consistente para trabalhos futuros. Os principais problemas patológicos encontrados foram: falhas na elaboração de projetos, dimensionamento, tesouras inadequadas, tersas, perfis laminados, ligações com solda, ligações com parafusos, emendas, ligações entre aço e concreto, folga nas ligações, corrosão e incêndio. Portanto, procurou-se indicar as soluções patológicas propondo procedimentos de manutenção, algumas formas de reparos e reforços, estabelecendo assim critérios para atingir a profilaxia e terapia.

Palavras-chave: Patologias, Estruturas de Aço, Soluções Patológicas.

Introdução

O aço é uma liga metálica formada essencialmente por ferro e carbono, com porcentagens deste último variando entre 0,008% e 2,11%. O carbono é um material muito usado nas ligas de ferro, porém varia com o uso de outros elementos como: magnésio, cromo, vanádio, tungstênio. O carbono e outros químicos agem com agente de resistência, prevenindo o deslocamento em que um átomo de ferro em uma estrutura cristalina para outro. O aço pode ser classificado: quanto a sua quantidade de carbono em porcentagem; composição química; constituição da microestrutura; quanto à sua aplicação [6].

Somente após a 2ª Guerra Mundial com a construção da Usina de Volta Redonda no Rio de Janeiro, a Indústria Siderúrgica implantou-se de fato no Brasil.

Datam das décadas de 50/60 alguns bons exemplos de obras em estrutura de aço no Brasil, tais como o Edifício Avenida Central no Rio de Janeiro, com 34 andares e o Viaduto Santa Efigênia, em São Paulo.

Obras atuais construídas no Estado de São Paulo, que merecem destaque são a Estação do Largo 13 de Maio, da FEPASA, as pontes vicinais construídas pelo Governo Estadual, as construções padronizadas de interesse social (creches, por uso comercial ou habitacional), construídos não só na Capital, como também no interior, além, é claro, de inúmeras obras industriais [7].

A patologia é a ciência que estuda a origem, os sintomas e a natureza das doenças. É uma palavra de origem grega, que se divide em duas palavras: “PATHOS” e “LOGOS”, ou seja, é o estudo de doenças. Neste caso, trata-se de todas as anomalias relacionadas com a edificação de um modo geral. Os principais problemas patológicos estão relacionados a projetos, execução, materiais empregados, planejamento, mau uso etc. As anomalias construtivas e descuidos com a manutenção predial periódicas são causadores dos maiores riscos pessoais e materiais significativos, desde o usuário até o próprio proprietário da edificação, a sociedade de um modo geral.

Segundo Andrade (2005) [2], no Brasil, como em todo mundo, edificações de pequeno e grande porte, pontes, viadutos, túneis, obras hidráulicas, construções residenciais e comerciais, pela ação do tempo podem manifestar patologias que estão associadas com uma ou mais formas de deterioração. A problemática não está relacionada às patologias e anomalias em si, e nem ao mecanismo de ocorrência das falhas dos sistemas de degradação das estruturas, mas, sim, ao curto tempo em que estão surgindo. Muitas vezes, com menos de 20 anos de uso as estruturas já necessitam de manutenção corretiva generalizada para prolongar sua vida útil.

Vida útil é o período no qual a estrutura cumpre sua função projetada sem custos importantes de manutenção, ou seja, deverá estar sob manutenção preventiva e não sofrer manutenção corretiva. (PIANCASTELLI, 1998) [10].

É do próprio homem observar fatos que se tornam estranho ao seu cotidiano, e o contraste que um sistema construtivo diferente faz, particularmente a estrutura metálica, que muitas das vezes causa esse tipo de ambiente urbano no Brasil. É interessante ver no rosto das pessoas ao se deparar com tal situação de uma edificação estruturada toda em aço. Isto, pelo fato de estarmos tão acostumados a ver estruturas em concreto armado que quando notamos com um edifício em aço, desviamos a atenção para observar a edificação.

Na construção civil, a estrutura metálica não é um sistema estrutural difundido entre a população, isso inclui a grande parcela. Isso quer dizer que, de servente até o mestre de obras, passando por engenheiros e arquitetos, poucos são aqueles que possuem o conhecimento técnico e

científico mínimo para construir um edifício de aço sem ocorrência de problemas patológicos deste tipo de construção.

Porém isso também implica na necessidade de fazer uma auto divulgação dos aspectos construtivos do aço, incluindo aqui os problemas típicos que acontecem este tipo de sistema estrutural. Daí a importância do estudo das patologias nas estruturas de aço nas edificações para que os envolvidos com este campo tenha uma referência na hora de executarem suas edificações (CHAMBERLAIN) [3].

De acordo com a NBR 15575/2013 (Norma de Desempenho das Edificações), uma edificação deve oferecer condições de uso, segurança e conforto de forma que as atividades ali desenvolvidas não sofram interferências do meio em que está inserida. Quaisquer tipo de situação que não esteja conveniente com a edificação poderá causar prejuízos de ordem de grandezas elevadas, podendo até mesmo levar a edificação à ruína e podendo colocar o risco de morte dos indivíduos que nela habitam. Devemos estar sempre atentos e preparados para perceber, identificar e solucionar estes problemas corriqueiros que sempre acontecem.

O presente trabalho teve como objetivo discutir as principais causas e mecanismos de manifestação das patologias nas estruturas em aço em Campina Grande-PB, estabelecendo suas origens, causas, mecanismos, terapias e ao mesmo tempo apresentando de forma sucinta exemplos reais na prática, identificadas após pesquisas realizadas através de literaturas e artigos.

Metodologia

O presente trabalho viabilizou apresentar os problemas mais comuns que acontecem nas estruturas de aço no município de Campina Grande-PB, apresentando de forma sucinta suas origens, causas e também propor suas terapias, de forma a se criar um banco de dados consistente para trabalhos futuros. Essas informações servirão de auxílio, visando identificar as causas mais comuns dos problemas e as possibilidades de reparação ou reforços necessários de forma que a edificação cumpra com o seu papel de um modo sempre satisfatório, garantindo para os moradores uma total segurança, conforto e condições de uso adequada de uma forma geral.

Resultados e discussões

De uma forma geral, as patologias das estruturas podem ser divididas em três categorias: as adquiridas, transmitidas e atávicas (DELATLE) [5].

As adquiridas são patologias provenientes da ação de elementos externos, como poluição atmosférica, umidade, gases ou líquidos corrosivos e vibrações excessivas provocada pelo uso inadequada da estrutura. A corrosão é a mais visível.

As transmitidas são as originárias de vícios ou desconhecimento técnico do pessoal de fabricação ou montagem da estrutura. É o caso, por exemplo, de soldadores que não se preocupam em retirar a pintura dos pontos de solda, ignorando que a carbonização da tinta prejudica a qualidade do serviço. Estão inclusos, também, os casos de falta de prumo.

As atávicas são resultantes de má concepção de projeto, erros de cálculo, escolhas de perfis inadequados, ou, do uso de tipos de aço com resistência diferente das consideradas no projeto. Não são fáceis de reparar, costumam exigir reforços, tais como escoramentos.

Os principais problemas patológicos encontrados foram: falhas na elaboração de projetos, dimensionamento, tesouras inadequadas, tersas, perfis laminados, ligações com solda, ligações com parafusos, emendas, ligações entre aço e concreto, folga nas ligações, corrosão e incêndio (CUNHA) [4].

As principais falhas na elaboração de um projeto para as estruturas de aço são: metas e objetivos mal estabelecidos; objetivos mudaram de acordo com o andamento do projeto; falha de comunicação; pensar que o planejamento é perda de tempo; falhas no controle de desempenho; recursos inadequados; o treinamento e capacitação inadequado; más decisões; pouca compreensão da complexidade do projeto; evolução nos preços e prazos (ANDRADE, P.A) [1].

A figura 1, apresenta a população “sofrendo” na espera do ônibus sob sol e chuva, devido a um defeito de projeto e, dessa forma, obra condenada sem conclusão por completo. Esses são um dos erros mais frequentes que acontecem.



Figura 1: População espera por ônibus sob sol e chuva, devido a um defeito de projeto e, dessa forma, uma obra condenada sem conclusão por completo.

Na figura 2, pode-se afirmar que no dimensionamento desse elemento não foram consideradas todas as possibilidades de carregamento, e não foi realizada uma revisão de flambagem no elemento global e seus componentes. Os perfis do banzo superior são U 120 x 60 x 6,3, o elemento da diagonal é composto por duas cantoneiras L 35 x 35 x 2,65, travejadas com chapas de dimensões 4,8 x 30 x 90.

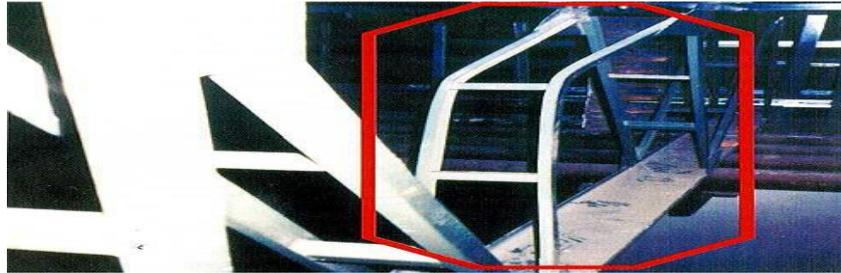


Figura 2: Mostra a flambagem global de uma diagonal composta de uma treliça.

A estrutura foi projetada para a cobertura de um Shopping Center. Após acontecer a falha, o fabricante da estrutura reforçou os elementos da diagonal, substituindo todas as diagonais nas treliças da cobertura. O uso correto de normas ou especificações reconhecidas, além da consideração de todos os estados limites possíveis, teria permitido na etapa de projeto evitar este tipo de falha. Na Figura 3 apresenta-se um caso semelhante.

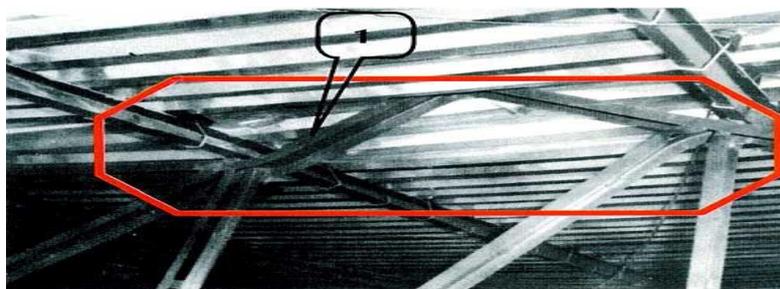


Figura 3: Falha de dimensionamento.

A figura 4 vai nos mostrar uma estrutura super adequada, porém nota-se a ocorrência de telhas quebradas e/ou empenadas que poderão ocasionar o aparecimento de vazamentos que não foram minimizados pelo sistema de impermeabilização existente entre as telhas e as ripas e causando a ferrugem na peça metálica, devido a falta de um impermeabilizante para conter a umidade.



Figura 4: Tesoura metálica em corrosão.

Quando se pretende executar um telhado cujo projeto prevê um telhado com baixo ângulo de inclinação deve-se ter um especial cuidado na escolha do sistema de cobertura. A grande maioria das telhas especialmente aquelas em cerâmica ou concreto exigem um ângulo mínimo de 30% de inclinação. Outras telhas porém, podem exigir maior ou menor grau de inclinação. A figura 5 mostra detalhadamente a escolha do tipo de processo e a técnica de execução que vai depender do material escolhido, conforme a inclinação escolhida.

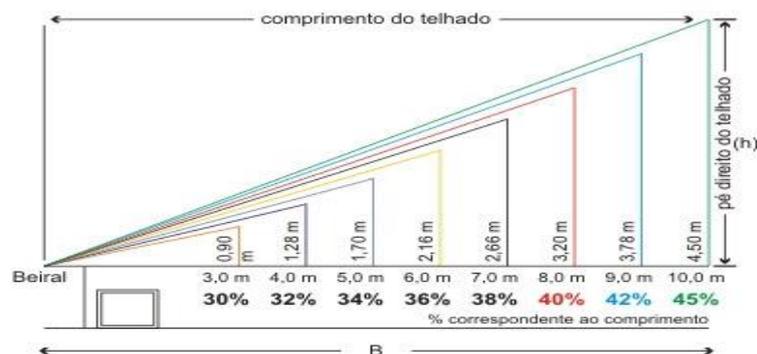


Figura 5: Comprimento do telhado em relação a sua inclinação.

As Terças são travadas por correntes rígidas, formadas por perfis em cantoneiras simples ou em U, responsáveis pela contenção lateral do perfil, localizada em todos os vãos. A figura 7 mostra bem detalhado sobre o uso de uma terça em uma estrutura de aço.

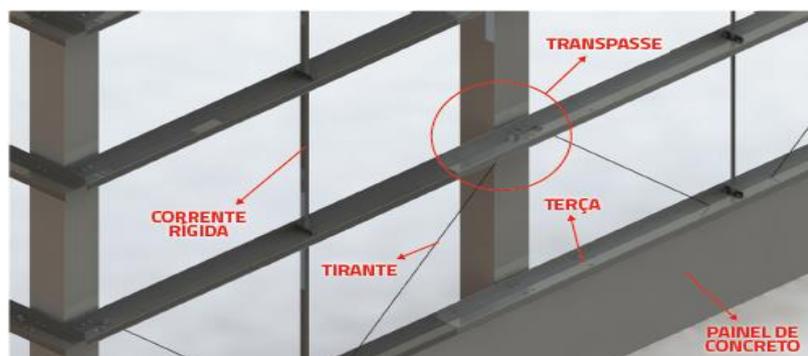


Figura 7: Terças nas estruturas de aço.

Quaisquer tipo de cantoneira, deve-se ter sua espessura da chapa especificada, diâmetro dos furos, capacidade do peso por par, distância para a instalação entre as cantoneiras, para que assim venha atender com segurança ao cliente, conforme nos mostra a figura 8, conforme a NBR 6109.



Figura 8: Cantoneira dimensionada.

Um dos grandes problemas que acontecem nas estruturas de aço são as ligações com soldas e o defeito mais constante é o de trincas após a soldagem. Essas causas podem ser constatadas devido: composição química incorreta do arame de solda, cordão de solda muito pequeno e má qualidade do material de base sendo soldado [8]. A figura 9 nos relata melhor esse fato.

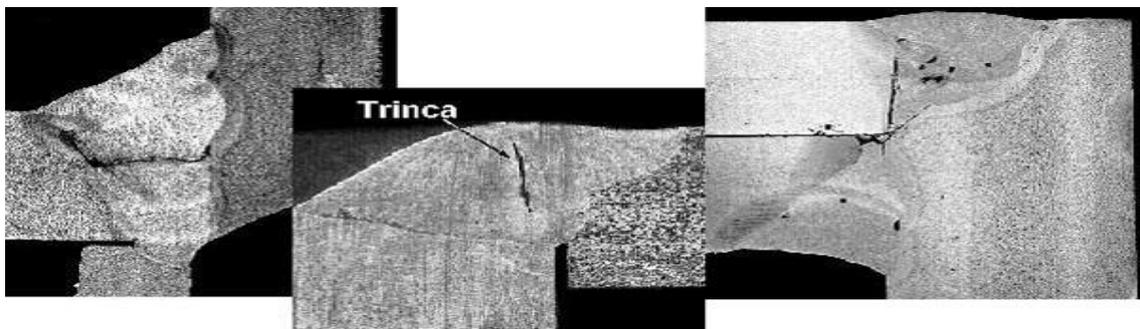


Figura 9: Trincas em ligação com soldas.

Deve-se fazer o seguinte procedimento nos três casos como nos mostra a figura:

***Causa 1:** Tipo errado de eletrodo revestido.

Solução: Tente um eletrodo revestido de tipo básico.

****Causa 2:** Material de base de má soldabilidade.

Solução: Evite materiais de base que não sejam soldáveis com o equipamento disponível.

*****Causa 3:** Perfil da solda inadequada.

Solução: Soldagem na vertical ascendente; aumento da qualidade do metal depositado e utilização de maior diâmetro possível do eletrodo revestido.

A Figura 10 apresenta a falta de um parafuso de cada lado de uma ligação viga/columna. Neste caso, as furações foram conferidas conforme plantas, e constatou-se um erro de projeto, pois os gabaritos de furação da viga e da coluna não coincidiam. Uma revisão das plantas na fábrica poderia ter evitado a falha. Porém a falha foi produzida no detalhamento do projeto.

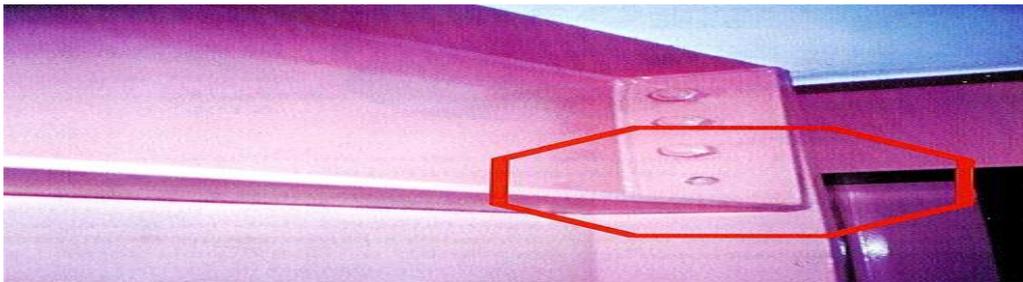


Figura 10: Falta de parafusos na conexão.

A Figura 11 mostra um dos problemas mais comuns na execução de projetos de estrutura metálica: a incompatibilidade dos projetos de estrutura metálica com os de concreto (em galpões, esta falha acontece nas bases de colunas). A solução dada foi complementar o apoio de concreto. É evidente que deve existir uma interação entre os projetistas de obras metálicas e de obras de concreto, ou ao menos quem projeta as bases de acordo com os dados do projeto metálico deveria se ajustar às dimensões fornecidas no projeto da estrutura metálica (MESEGUER) [9].

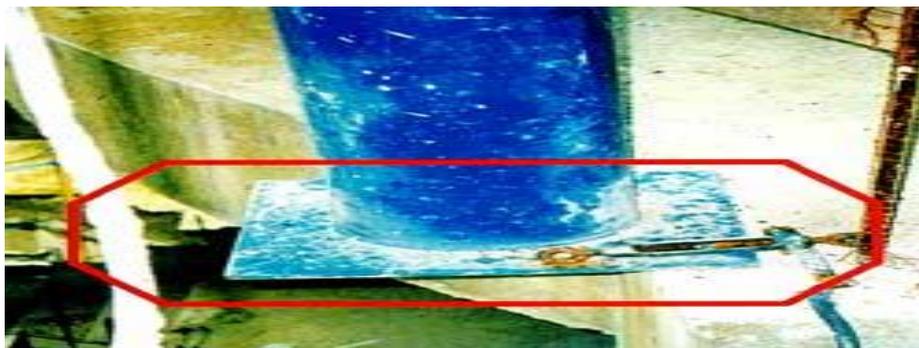


Figura 11: Incompatibilidade de projetos estruturais de concreto e aço.

A Figura 12 apresenta a emenda de uma treliça realizada no canteiro de obra, sendo que o banzo tem duas seções de tubo quadrado diferentes, a seção da peça (1) com dimensões 120 x 4,8, e a seção (2) 120 x 115 x 4,8.



Figura 12: Falta de concordância em emendas.

Este tipo de falha gera excentricidades na transmissão de esforços, no caso de tais esforços serem de compressão a redução na capacidade resistente do banzo é evidente, já que aparecem esforços adicionais de flexão. Esta falha ocorreu durante a produção das peças componentes da treliça. Uma operação de pré-montagem, poderia ter evitado a falha, assim como, um controle dimensional. Em alguns casos, faz-se necessária uma verificação de concordância entre as peças a serem montadas no canteiro de obra. Na Figura 13 apresenta um caso semelhante ao exposto.



Figura 13: Falta de concordância em emendas.

Nas Figuras 14, 15 e 16 apresentam-se falhas que vieram a ocorrer apenas na fase de montagem da estrutura. Os detalhes registrados no projeto executivo não coincidiam na montagem e tiveram que ser solucionados em campo.

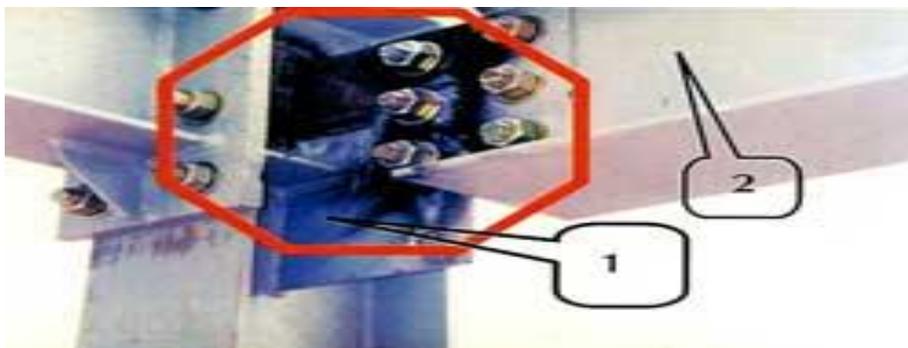


Figura 14: Folga nas ligações (detalhes incompatíveis).

Um detalhamento consistente, na etapa de projeto, evitaria as falhas mostradas nessas figuras, assim como um controle de concordância na fábrica antes de construir os elementos e suas ligações.

É bom lembrar que as conexões são pontos críticos no desempenho de um sistema estrutural, e as modificações realizadas no canteiro para ajustar as coincidências entre elementos e ligações podem gerar pontos indesejáveis de fontes de falhas súbitas.

Com as ferramentas já consagradas de desenho por computador (CAD), tais erros não deveriam acontecer na prática atual dos projetistas de estruturas metálicas.

Além do necessário reparo nas peças, existe a possibilidade de o conjunto ficar com prováveis concentrações de esforços, ou redução das características mecânicas.

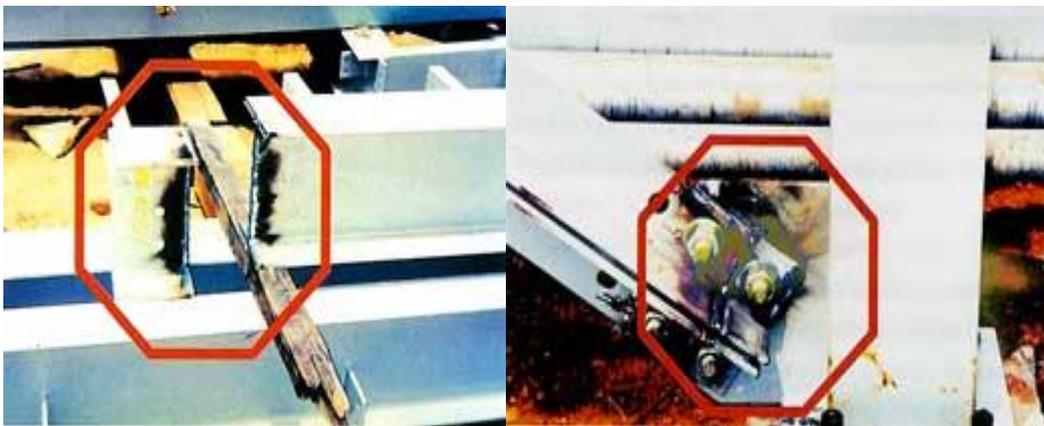


Figura 15 e 16: Corte na hora da montagem, respectivamente.

A patologia mais comum que é empregada no aço é a corrosão, conforme nos mostra a figura 17, isso se dar devido à: erros de detalhamento; erro de execução; utilização de materiais inadequados; contato do aço com materiais de potencial elétrico diferente; falta ou ausência de manutenção.



Figura 17: corrosão nas estruturas de aço.

Deve-se usar o zarcão para revestir as peças metálicas tais como portões, grades, janelas, entre outros. O zarcão é uma tinta constituída de uma suspensão oleosa de tetróxido de chumbo (Pb_3O_4), que adere bem ao metal porque é um óxido insolúvel. Sua função é simplesmente impedir o contato do ferro com o oxigênio do ar. Se essa película protetora for riscada ou sofrer desgaste com o tempo, o ferro irá se oxidar, por isso a necessidade de manutenção constante.



Figura 18: Utilização do Zarcão.

Conclusões

O estudo das patologias nas estruturas de aço necessita ser tratada de uma forma mais aprofundada, sistematizando os dados coletados através das inspeções visuais para manter um maior nível do controle tecnológico, fiscalização e uma melhor execução (mão de obra) para diminuir essas causas e ao mesmo tempo ter um controle rigoroso sobre o desenvolvimento das patologias em aço na edificação e suas possíveis causas. Portanto, procurou-se indicar as soluções patológicas propondo procedimentos de manutenção, algumas formas de reparos e reforços, estabelecendo assim critérios para atingir a profilaxia e a terapia.

Referências

- [1] ANDRADE, P.A., A construção com Estruturas Metálicas, São Paulo: Revista do Instituto de Engenharia, No. 500, 1994.
- [2] ANDRADE, T. W. C. O. Considerações sobre durabilidade, patologia e manutenção das estruturas. Tecomat – Tecnologia da Construção e Materiais Ltda. São Paulo, 2005. 1-14 p.
- [3] CHAMBERLAIN, Z.M., Notas sobre Patologia das Estruturas Metálicas. Passo Fundo: FEAR/UPF, 1998.

- [4] CUNHA, A.J.P et ali, Acidentes Estruturais na Construção Civil, Vol. I, São Paulo: Editora PINI, 1997.
- [5] DELATLE, N.J., Failure Case Studies and Ethics in Engineering Mechanic Courses, Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, Vol. 123, No. 3, 1997.
- [6] <https://pt.wikipedia.org/wiki/A%C3%A7o>, Acesso em 06/02/2018.
- [7] http://www.abcem.org.br/construmetal/2012/arquivos/Cont-tecnicas/apresentacoes/31_FALHAS-E-PATOLOGIAS-NAS-ESTRUTURAS-METALICAS.pdf , Acesso em 07/02/2018.
- [8] http://www.infohab.org.br/entac2014/artigos/paper_492.pdf, Acesso em 07/02/2018.
- [9] MESEGUER, A.G., Controle e Garantia da Qualidade na Construção. São Paulo: SINDUSCON/SP 1991.
- [10] PIANCASTELLI, E. M. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto armado. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1998. 160p. Notas de Aula.