



**FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS – FUPAC
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ
ENGENHARIA CIVIL**

DALMO DE SOUZA AGUIAR

PATOLOGIAS DE ESTRUTURAS METÁLICAS

**UBÁ – MG
2017**

DALMO DE SOUZA AGUIAR

PATOLOGIAS DE ESTRUTURAS METÁLICAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil, da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Dr.^a Érika Maria Carvalho Silva Gravina

**UBÁ – MG
2017**

RESUMO

Uma construção em estrutura metálica depende da correta aplicação dos procedimentos e métodos que formam a estrutura. No decorrer de um empreendimento, ocorrem descuidos e falhas que geram danos à estrutura. A exposição e análises destas falhas geram estudos que proporcionam conhecimentos a profissionais e à população em geral. O aço desde o século XVIII vem transformando a construção civil, dando maiores possibilidades de execuções e utilização de materiais cada vez mais resistentes. O estudo de patologias está condicionado na necessidade de divulgação e na obtenção de conhecimento da evolução dos problemas gerados em estruturas metálicas. Com um controle de qualidade e manutenções adequadas, as construções sofrerão menos impactos gerados pelas patologias.

Palavras-chave: Falhas, danos, aço, análises, execução, conhecimento.

ABSTRACT

A structure in metallic structure depends on the correct application of the procedures and methods that form the structure. In the course of an enterprise, there are carelessness and failures that cause damage to the structure. The exposure and analysis of these failures generate studies that provide knowledge to professionals and the population in general. Steel since the 18th century has been transforming civil construction, giving greater possibilities of execution and use of increasingly resistant materials. The study of pathologies is conditioned on the need of dissemination and on obtaining knowledge of the evolution of problems generated in metallic structures. With proper quality control and maintenance, the buildings suffered less impact from the pathologies.

Keywords: Faults, damages, steel, analysis, execution, knowledge.

1 INTRODUÇÃO

As estruturas metálicas são constituídas por elementos metálicos, chapas e perfis, ligados entre si por soldas ou parafusos. A qualidade final destas estruturas depende da correta aplicação de métodos e procedimentos.

Na construção de estruturas metálicas podem-se definir algumas etapas, como: concepção estrutural (projeto, detalhamento e dimensionamento), fabricação, montagem e a manutenção.

Projetar uma estrutura é o mesmo que integrar os seguintes aspectos: segurança, durabilidade e funcionalidade, todos eles igualmente prioritários. As falhas ou acidentes estruturais podem ser oriundos de qualquer etapa inerente ao processo de construção das estruturas.

A utilização do aço como material estrutural apresenta vantagens sobre outros materiais, como ganho de vão, diminuição da seção transversal do elemento estrutural, alta resistência em relação ao peso próprio, alto módulo de elasticidade, elevada resistência à tração, diminuição do peso da estrutura com alívio das cargas na fundação, precisão na execução, tempo ganho no cronograma da obra etc.

As patologias ou falhas podem ser vistas como uma consequência de ações humanas. Dentre essas ações destacam-se: a falta de capacitação técnica de profissionais da área da construção, em todas suas etapas, utilização de materiais de baixa qualidade, a falta de manutenção das estruturas, erros ao se projetar uma estrutura em aço.

O objetivo deste trabalho é expor e analisar os principais casos de falhas em estruturas metálicas, dispondo de recomendações para evitá-las.

Pois estudos de patologias em estruturas metálicas são poucos discutidos no âmbito profissional e estudantil. E nos dias atuais, precisam-se conhecer e divulgar as falhas que levam as estruturas a uma concepção e execução inadequadas e a colapsos.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 História

Desde o século XVII quando se iniciou a utilização do aço na construção civil, o uso do aço proporcionou uma revolução nos padrões arquitetônicos, não só pelo tamanho das estruturas que agora eram possíveis, mas principalmente pelo melhor aproveitamento do espaço.

A matéria exibida no Portal METÁLICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL (2017), aborda sobre a utilização do aço:

Desde o século XVIII, quando se iniciou a utilização de estruturas metálicas na construção civil até os dias atuais, o aço tem possibilitado aos arquitetos, engenheiros e construtores, soluções arrojadas, eficientes e de alta qualidade. Das primeiras obras - como a Ponte Ironbridge na Inglaterra, de 1779 - aos ultramodernos edifícios que se multiplicaram pelas grandes cidades, a arquitetura em aço sempre esteve associada à ideia de modernidade, inovação e vanguarda, traduzida em obras de grande expressão arquitetônica e que invariavelmente traziam o aço aparente. No entanto, as vantagens na utilização de sistemas construtivos em aço vão muito além da linguagem estética de expressão marcante; redução do tempo de construção, racionalização no uso de materiais e mão de obra e aumento da produtividade, passaram a ser fatores chave para o sucesso de qualquer empreendimento.

Bellei (2003, p.1), também cita um pouco da história do aço:

As primeiras obras em aço datam de 1750, quando se descobriu a maneira de produzi-lo industrialmente. Seu emprego estrutural foi feito na França por volta de 1780, na escadaria do Louvre e no Teatro de Palais Royal, e na Inglaterra, em 1757, onde se fez uma ponte de ferro fundido. Porém, a sua grande utilização em edifícios deu-se em 1880 nos estados Unidos, principalmente em Chicago. O início da fabricação do ferro no Brasil deu-se por volta de 1812. Acredita-se que a primeira obra a usar ferro pudlado, fundido no Brasil, no estaleiro Mauá, em Niterói, RJ, foi a Ponte de Paraíba do Sul, no Estado do Rio de Janeiro[...].

A construção civil sempre está em processo de mudanças, são novas tecnologias, materiais, conceitos que proporcionam melhores maneiras para resolver situações nas obras. A construção em aço está sempre em processos de mudanças. Com essas mudanças, observam-se alterações na qualidade das obras e um

crescimento de pensamento e mentalidade no mercado, que passou a exigir obras cada vez com maiores qualidades e com prazos de entrega ainda menores.

A partir dessas mudanças que o uso das Estruturas Metálicas se encaixa no mercado. Chaves (2007) diz um pouco a respeito desse uso das estruturas:

O processo para construções em estruturas em aço se destaca, pois o aço tem uma maior resistência mecânica se comparada a outros materiais. É um dos processos construtivos mais velozes e é o que suporta os maiores vãos. Por isso são muito utilizados principalmente em indústrias e supermercados que precisam de grandes vãos e velocidade na execução e também é bastante utilizado em ginásios, pavilhões, telhados, torres, guindastes, escadas, passarelas, pontes, garagens, hangares, depósitos, lojas entre outros.

2.2 Características

Pfeil (2000) destaca as seguintes características físicas que são comuns a todos os tipos de aço estrutural na faixa normal de temperaturas atmosféricas:

- Módulo de deformação longitudinal ou módulo de elasticidade $E = 205000$ Mpa;
- Coeficiente de Poisson $\nu=0,3$;
- Coeficiente de dilatação térmica $b=12 \times 10^{-6}$ por $^{\circ}\text{C}$;
- Peso específico do aço $\gamma_a=77$ KN/m³

Segundo Dias (2006), as propriedades mecânicas constituem as características mais importantes dos aços, definem seu comportamento quando submetidos a esforços mecânicos e correspondem às propriedades que determinam a sua capacidade de resistir e transmitir os esforços que estão sendo aplicados, sem que os mesmos rompam ou tenham deformações excessivas. Dentre as propriedades mecânicas mais importantes, destacam-se:

- Plasticidade;
- Ductilidade;
- Resistência;

- Resiliência e tenacidade;
- Dureza;
- Fadiga;

2.3 Uso da Estrutura Metálica

Segundo o Centro Brasileiro de Construção em Aço – CBCA (2009), na escolha do sistema construtivo a ser adotado devem ser analisados todos os fatores que venham a influenciar o empreendimento, tais como as características da construção e os prazos de entrega. O sistema construtivo em aço apresenta características significativas se comparado com os sistemas convencionais. Dentre as vantagens, destacam-se:

- Liberdade no projeto de arquitetura;
- Maior área útil;
- Flexibilidade;
- Compatibilidade com outros materiais;
- Menor prazo de execução;
- Racionalização de materiais e mão de obra;
- Alívio de carga nas fundações;
- Garantia de qualidade;
- Antecipação do ganho;
- Organização do canteiro de obras;
- Precisão construtiva;
- Reciclabilidade;
- Preservação do meio ambiente.

Segundo Andrade (2003), a estrutura metálica é sempre a resultante de um processo industrializado e de uma sucessão de etapas interdependentes e integradas da obra. Um sistema que possui características próprias muito específicas e diferenciadas.

Os galpões e coberturas residenciais podem ser construídos em diversos materiais, como concreto, alumínio e madeira. Mas devido principalmente a grande resistência mecânica e a velocidade na execução da obra, as estruturas metálicas torna-se uma opção nestes tipos de empreendimentos.

As estruturas metálicas estão em grande parte dos galpões e coberturas residenciais, e é constituída por pórticos planos, coberturas na parte superior e em alguns casos fechamentos laterais.

Segundo Bellei (2003), a principal desvantagem que se pode destacar é que os elementos de aço carbono são suscetíveis a corrosão, o que requer que eles sejam cobertos com uma camada de tinta.

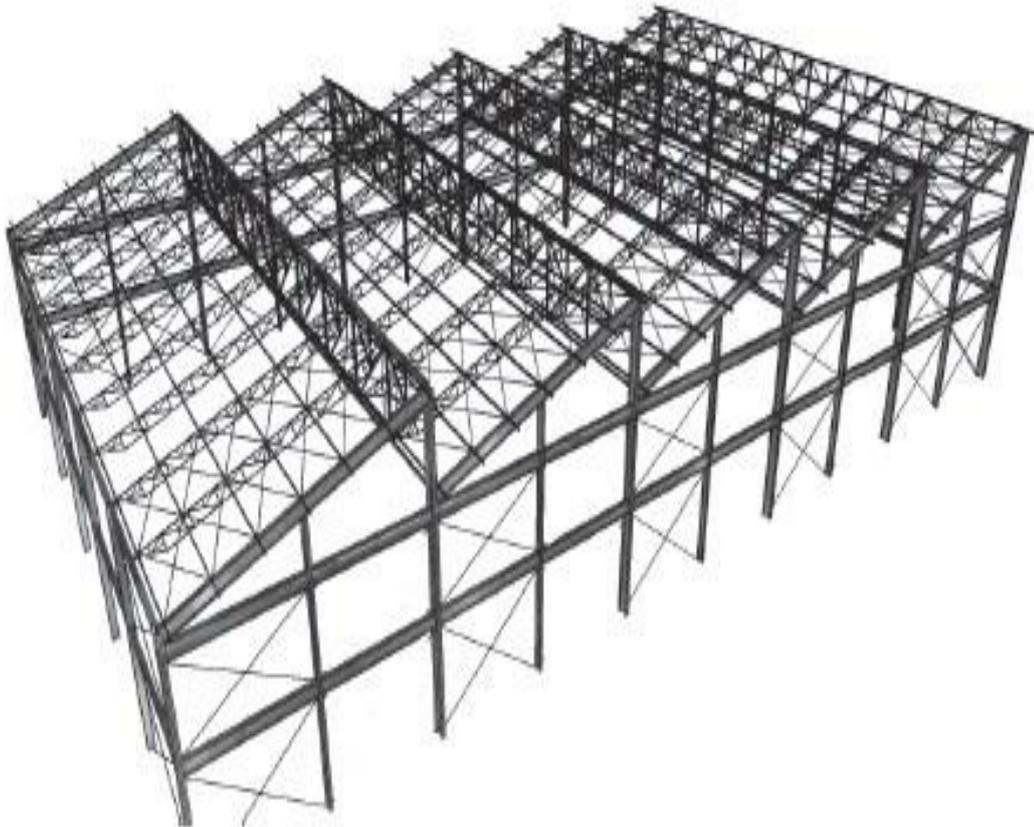
Também podemos citar que uma estrutura em aço, quando exposta ao fogo, perde suas propriedades de resistência, o que se pode concluir que seja a maior desvantagem de seu uso (Portal Metálica, 2017).

No dia a dia observa-se que em muitos galpões e coberturas metálicas, existem falhas em seus processos, desde a fabricação da estrutura até a conclusão. E quando se quer falar deste assunto, fala-se sobre Patologias.

2.4 Estruturas Analisadas

Neste trabalho são expostas as Estruturas Metálicas usadas em galpões industriais e coberturas residenciais, como se ilustra as FIG.1 e FIG.2, nestas onde se encontram o maior número de falhas nos processos de sua construção.

Figura 1 – Desenho estrutural de galpão industrial



Fonte: Full Estruturas¹

¹ Disponível em: < <http://fullestruturas.com.br/estrutura-metalica-para-galpao/galpao-5/> >. Acesso em 07 out. 2017.

Figura 2 – Estrutura Metálica de cobertura residencial



Fonte: Próprio Autor

2.5 Patologias

Segundo Helene (1988, p.29):

Os fenômenos patológicos habitualmente apresentam manifestação externa característica, a partir da qual se pode deduzir a natureza, a origem e os mecanismos dos fenômenos envolvidos. Determinadas manifestações incidem com mais constância, devido à necessidade de cuidados que frequentemente são ignorados, seja no projeto, na execução ou até mesmo na utilização.

Para Souza e Ripper (1998, p. 14), designa-se genericamente por Patologia das Estruturas "um novo campo da Engenharia das Construções que se ocupa do estudo das origens, formas de manifestação, conseqüências e mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de degradação das estruturas".

Segundo Steen (1991, apud ANDRADE, 1997),

O valor do estudo da Patologia das Construções está, primeiramente, na necessidade de divulgação das manifestações patológicas mais incidentes;

em segundo lugar, no conhecimento da evolução dos problemas, sendo estes o quanto antes identificado, menor o custo para reparar os elementos danificados. Ou seja, a execução das correções serão mais fáceis e muito mais econômicas quanto mais cedo forem realizadas.

2.6 Características das Patologias

De acordo com Cozza (1998), as principais patologias em estruturas metálicas podem ser divididas em três categorias: adquiridas, transmitidas e atávicas.

2.6.1 Patologias Adquiridas

São aquelas provenientes de ações de elementos externos, ou seja, são aquelas estruturas que sofrem ações de agentes agressivos: atmosfera poluída, líquidos corrosivos, incêndio etc. São relacionados a falta de preparo inicial das estruturas ou sua manutenção. Um exemplo mais comum é a corrosão (Cozza, 1998).

2.6.2 Patologias Transmitidas

Vem do desconhecimento técnico das etapas de fabricação ou montagem das estruturas. São também aquelas que são transmitidas de obra para obra. Podemos citar como exemplo, quando realizam-se um processo de soldagem de peças sobre uma superfície enferrujada, cujas impurezas vão incorporar a solda e prejudicar seu desempenho (Cozza, 1998).

2.6.3 Patologias Atávicas

São patologias resultantes da má concepção dos projetos, erros de cálculo, escolhas inadequadas dos materiais componentes das estruturas metálicas, o uso de materiais incompatíveis com o projeto, dentre outros. E essas patologias comprometem a segurança e funcionalidade das estruturas (Cozza, 1998).

2.7 Estudos de Causas

A seguir, cita-se e analisa-se algumas patologias mais frequentes em estruturas metálicas, principalmente em galpões e coberturas residenciais.

Segundo Messeguer (1991), a origem das patologias, ou pode-se dizer falhas, é distribuída conforme mostra-se no GRÁFICO 1 abaixo:

Gráfico 1: Valores médios das falhas em Estruturas Metálicas



Fonte: Messeguer-1991

Observa-se que desde o início dos projetos, tem que ter cuidado ao se realizar os cálculos, desenhos e dimensionamentos corretos. Pode-se perceber que os profissionais de hoje em dia estão deixando falhas em seus projetos, por isso a maior porcentagem de patologias estão relacionadas aos projetos, conseqüentemente afetará todo o processo restante até a conclusão.

2.7.1 Projetos

Em maior porcentagem de falhas, com 41%, temos o Projeto. Quando uma construção se inicia, acredita-se que seu projeto estará conforme as normas e os itens dentro dele adequados à uma boa execução na hora da fabricação.

Quando se fala em falhas de projetos, podem ser que se encontre em qualquer etapa, como em cálculos, detalhamentos, plantas executivas e construtivas e plantas de montagem. A partir de uma falha no projeto vêm as demais com o início da fabricação.

A seguir serão expostas em itens algumas patologias de estruturas metálicas, que vem ao decorrer de falhas no projeto de galpões e coberturas residenciais.

2.7.1.1 Falha em gabaritos de furação

As ligações são feitas através de parafusos. Neste caso podemos observar erros de furação, decorrente de erros do projeto, onde não proporciona aos técnicos da fabricação uma leitura adequada do projeto. Observa-se a FIG.3 e FIG.4:

Figura 3: Parafusos não se encaixam nas ligações



Fonte: Portal Metálica²

² Disponível em: <<http://wwwo.metallca.com.br/patologias-comuns-em-estruturas-metallcas>>. Acesso em: 11 out. 2017

Figura 4: Furação incorreta nos perfis



Fonte: Portal Metálica³

A partir de erros conforme citado nas FIG.3 e FIG.4, podem ocorrer falhas estruturais e colapsos, pois a estrutura ficará vulnerável a determinadas forças na qual a falta de determinadas ligações são de grande importância. Este tipo de falha pode ser evitado com uma revisão mais apurada do projeto, observando se as plantas de execução estão de acordo com o cálculo e detalhamento.

2.7.1.2 Subdimensionamento dos Elementos

O cálculo e dimensionamento de uma estrutura metálica são cruciais para construção de um galpão ou cobertura residencial, pois é a partir dele que os esforços são calculados, o modo que será executado, o tipo de material que será usado. Todos estes pontos são fundamentais para uma boa construção.

A seguir citam-se imagens de patologias (FIG.5 e FIG.6) que no decorrer do dimensionamento obteve erros de cálculo, que gerou imperfeições na estrutura, que prejudicou a vida útil dos materiais e da própria construção. A seguir observam-se as FIG.5 e FIG.6, como exemplo de erros no dimensionamento dos elementos.

³ Disponível em: <<http://wwwo.metallica.com.br/patologias-comuns-em-estruturas-metallicas>>. Acesso em: 11 out. 2017

Figura 5: Flambagem de uma diagonal da treliça.



Fonte: Portal Metálica⁴

⁴ Disponível em: <<http://wwwo.metallica.com.br/patologias-comuns-em-estruturas-metallicas>>. Acesso em: 11 out. 2017

Figura 6: Estrutura danificada



Fonte: Portal Metálica⁵

Nas FIG.5 e FIG.6, pode-se observar que ocorreu erro no dimensionamento dos elementos, não foram analisados todos os esforços e carregamentos que a estrutura seria exposta. Se na fase de projeto, tivesse levado em consideração todos estes aspectos, usado todas as normas específicas e utilizado todos os cálculos que eram precisos, teria sido evitado essas falhas.

2.7.1.3 Incompatibilidade de Projetos

Essa incompatibilidade acontece ao unir o projeto de estrutura metálica ao projeto de concreto armado. Um dos exemplos mais recorrentes é as de que o pilar metálico fica fora da base de concreto, conforme mostrado na FIG.7.

⁵ Disponível em: <<http://wwwo.metallica.com.br/patologias-comuns-em-estruturas-metallicas>>. Acesso em: 11 out. 2017

Figura 7: Pilar metálico fora da base de concreto armado



Fonte: Portal Metálica⁶

Portanto, 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.

2.7.1.4 Falta de concordância nas emendas

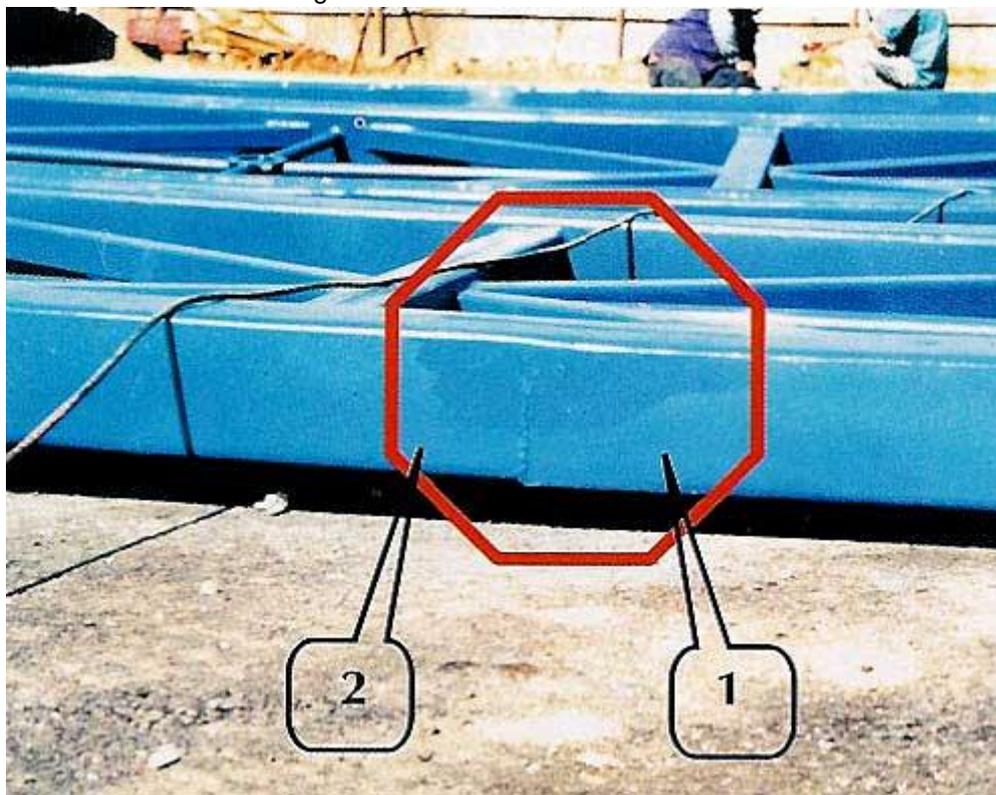
Muitas vezes essas falhas ocorrem no processo de fabricação das estruturas metálicas, como por exemplo, nos cortes ou montagens dos componentes.

Essa falha gera esforços em lugares incorretos, onde na etapa de projeto, não se foi calculados para receber, que pode gerar problemas futuros a estrutura. Alguns modos de se evitar essas falhas são realizando verificações se os materiais a serem

⁶ Disponível em: <<http://wwwo.metallica.com.br/patologias-comuns-em-estruturas-metallicas>>. Acesso em: 11 out. 2017

usados estão compatíveis e uma pré-montagem das peças, que evitaria erros ao decorrer da fabricação (FIG.8).

Figura 8: Emendas em discordância



Fonte: Portal Metálica⁷

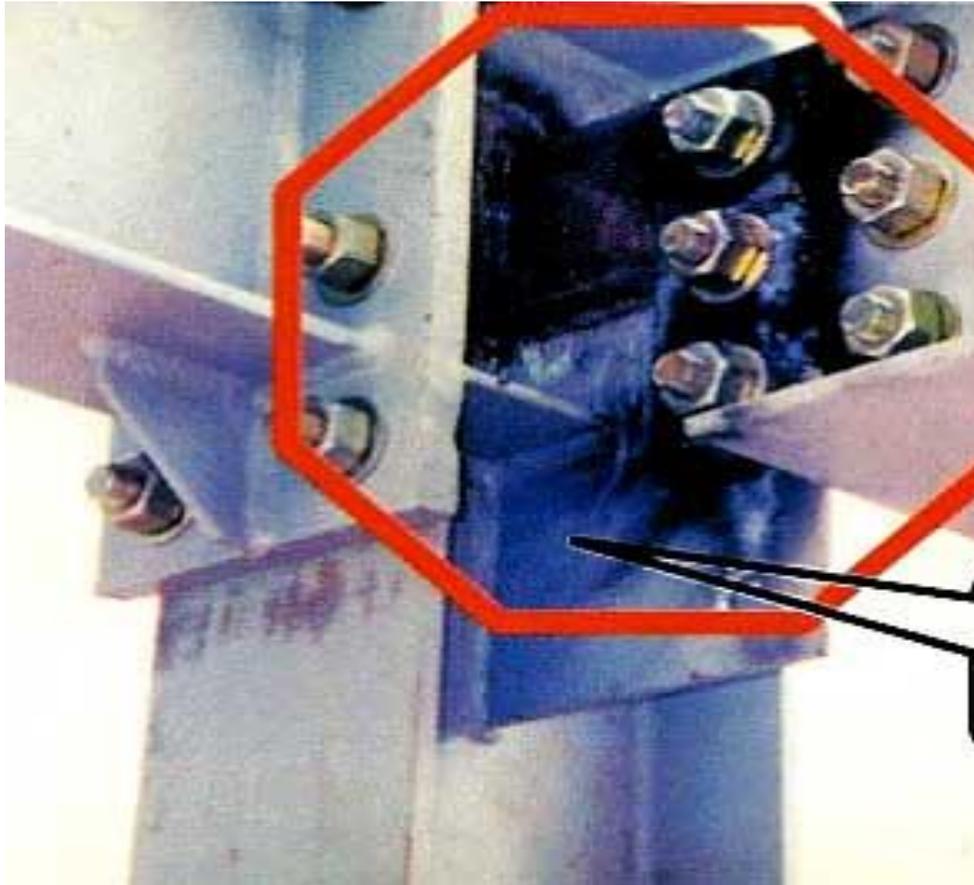
De acordo com a FIG 8 pode-se observar a emenda de uma treliça realizada no canteiro de obra, sendo que os perfis têm duas seções diferentes, a seção do perfil da peça (1) com dimensões maiores que a seção da peça do perfil (2).

2.7.1.5 Detalhamento Incompatível

Essa falha ocorre quando os projetos não coincidem com a fabricação e montagem, com isso teve que ser solucionados na obra. Um bom detalhamento no projeto diminuiria as falhas, assim como que na hora de montar as estruturas. De acordo com a FIG.9 observa-se um exemplo em que acontece essa incompatibilidade de detalhamento.

⁷ Disponível em: <<http://www.metalica.com.br/patologias-comuns-em-estruturas-metalicas>>. Acesso em: 11 out. 2017

Figura 9: Erro de medida da peça, tendo que utilizar emendas por soldas.

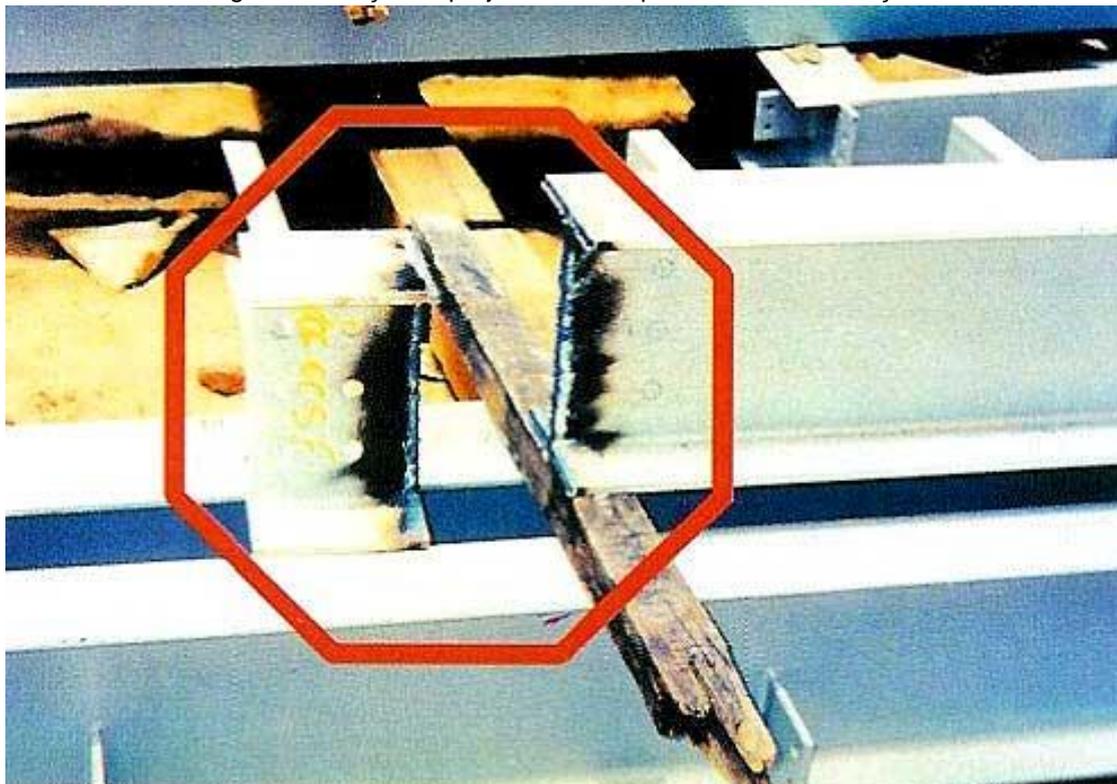


Fonte: Portal Metálica⁸

Tanto as conexões e medidas das peças são pontos importantes no desempenho estrutural, portanto, as modificações devido às falhas de detalhamento sobre esses elementos, podem gerar colapsos a estrutura.

⁸ Disponível em: <<http://wwwo.metlica.com.br/patologias-comuns-em-estruturas-metlicas>>. Acesso em: 11 out. 2017

Figura 10: Peça em projeto não compatível com a execução



Fonte: Portal Metálica⁹

Com os programas já consagrados de desenho por computadores como o CAD, tais falhas não deveriam acontecer, como visto na FIG.10, no trabalho atual dos profissionais 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.

2.7.2 Execução

Por muitas vezes, acontecem falhas não por conta de erros de projetos, mas sim na hora de execução dele. Hoje em dia empresas estão deixando a desejar no quesito de qualidade na fabricação de estruturas metálicas. E um dos grandes motivos é a falta de capacitação técnica de profissionais nessa área.

De acordo com Mckaig (1962), normalmente os problemas patológicos das edificações, têm sua origem devido a ignorância, descuido ou cobiça do homem.

⁹ Disponível em: <<http://wwwo.metallica.com.br/patologias-comuns-em-estruturas-metallicas>>. Acesso em: 11 out. 2017

Por parte da incompetência pode-se citar exemplos de engenheiros, chefes e responsáveis pela construção, pois eles que dão ordens. Então se algo de errado acontecer é porque eles aceitaram.

Por descuido pode-se dizer que muitas pessoas que já estão no auge de suas profissões, deixam de observar pontos importantes tanto nos projetos como nas execuções, pois sua autoconfiança adquirida ao longo dos anos lhes permitiu tal ação. Um exemplo da parte de execuções das estruturas onde existem muitas falhas é mostrado na FIG.11.

Figura 11: Etapa da execução onde se usa soldas.



Fonte: Próprio Autor

A cobiça do homem na execução das estruturas, podemos citar como exemplo o uso de economia nos materiais e mãos de obra. Quando se deseja iniciar uma construção é preciso observar todos os aspectos. Em uma estrutura metálica não se pode economizar, pois depois de alguns anos pode ser que haja algum problema.

Ao economizar em materiais, poderá esta levando para seu empreendimento materiais de baixa qualidade, que podem comprometer as estruturas. E ao se

economizar na mão de obra, poderá estar colocando profissionais que não estão aptos a realizar tais serviços.

2.7.3 Materiais e Uso

Com relação a materiais e uso, que no Gráfico 1 observa-se onde se encontram as falhas, estão com 16% e 11% respectivamente. Devemos ter a preocupação com o tipo de material que será utilizado. Os materiais são responsáveis por toda a realização de um projeto na construção civil. Neste caso, nas estruturas metálicas, se usam os metais. E para uma construção de galpões e coberturas residenciais serem eficazes, o uso dos materiais deve ser correto.

Os materiais das estruturas metálicas se não forem bem utilizados e não tiverem uma boa conservação, podem sofrer algumas mudanças que podem comprometer a estrutura. Quando o material utilizado na construção é de baixa qualidade ou não esta em acordo com projetos, terá suas propriedades mecânicas, dentre elas a resistência, afetadas mais rapidamente.

Um dos grandes problemas que são frequentes nas estruturas metálicas é a corrosão. Neste tópico vamos explicar o que é a corrosão, cita algumas mais frequentes e formas de combate.

2.7.3.1 Corrosão

A corrosão pode ser definida de diversas formas, seja como a deterioração de um material por ação química ou eletroquímica do meio ambiente, aliada ou não a tensões, ou ainda como sendo um processo natural resultante da inerente tendência dos metais se reverterem para sua forma mais estável. A corrosão é um processo espontâneo, pois está constantemente transformando os materiais metálicos, fazendo com que os mesmos voltem ao seu estado inicial decompostos, ou mais exatamente, em óxidos e sulfetos metálicos (GENTIL, 2007).

A corrosão é um tipo de deterioração que pode ser facilmente encontrada em obras metálicas, devido a reações químicas sofridas em suas estruturas. Essas

reações podem ser causadas pelo contato com gases, líquidos e até mesmo pela própria temperatura do ambiente (GENTIL, 2007).

Ao se falar de corrosão em estruturas metálicas, podemos tratar como exemplo a corrosão eletroquímica. Essa corrosão é aquela que envolve reações de oxidorredução, que transforma o aço em óxidos ou em outros componentes (GENTIL, 2007). O enferrujamento de uma treliça de um galpão ou cobertura residencial (FIG 12) é um exemplo deste fenômeno.

Figura 12: Base de pilar metálico em processo de corrosão



Fonte: Próprio Autor

Este processo pode ser considerado uma grande patologia, pois se seu estado estiver muito elevado, irá comprometer toda a estrutura. Ele pode causar cisalhamento em estruturas, pode deixar os componentes frágeis, que ao decorrer da vida do material pode sofrer colapsos, colocando em risco toda a estrutura.

Em certos casos quando a corrosão está em um estado muito avançado, é quase que impraticável sua remoção.

Existem vários tipos de corrosão, a seguir citam-se alguns processos e indicações de conter ou eliminar esta falha, dentre os principais estão: Corrosão uniforme, por frestas, galvânica e por cordões de solda.

2.7.3.1.1 Corrosão Uniforme

Este tipo é o mais comum. É caracterizado pelo ataque, em toda a extensão da estrutura metálica, do agente corrosivo, que irá gerar uma diminuição e perda da espessura dos materiais (GENTIL, 2007), observa-se como exemplo na FIG.13.

Figura 13: Material sob efeito de corrosão em toda a estrutura



Fonte: Próprio Autor

Ocorre devido à exposição do aço a um ambiente agressivo e a falta de proteção nas estruturas.

Como forma de prevenção e controle, devemos observar o grau de deterioração da estrutura, nos casos mais simples, podem-se realizar apenas algumas limpezas e renovar as pinturas. Nos casos mais avançados, podemos optar pela substituição da peça ou reforçar as partes danificadas. Mas em qualquer um desses estágios é necessária à limpeza das superfícies danificadas.

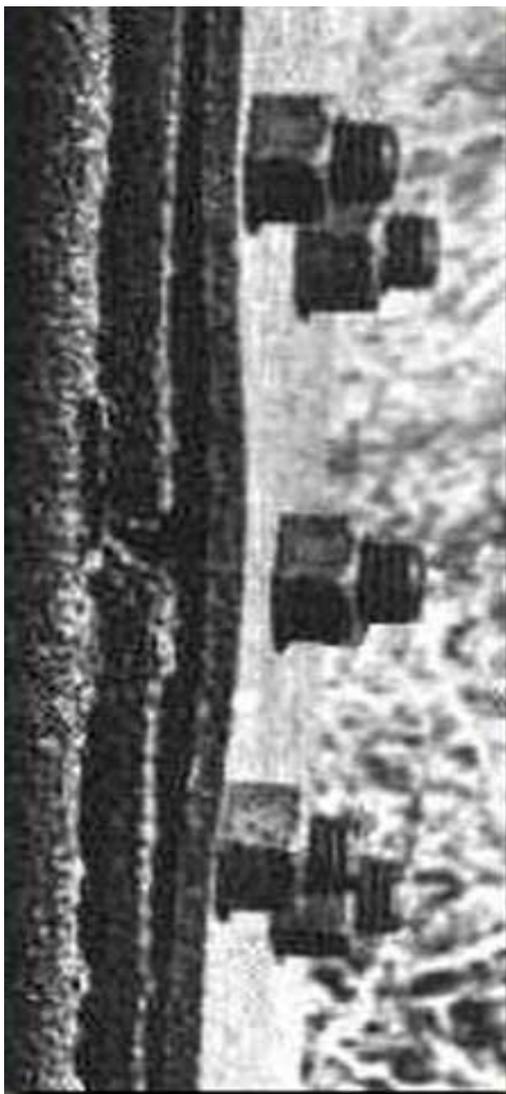
Ela pode ser evitada tendo os devidos cuidados, como uma boa inspeção e uso de materiais corretos. É observar os locais onde estarão sendo expostas as estruturas.

2.7.3.1.2 Corrosão por Frestas

A corrosão em frestas é uma forma de corrosão localizada usualmente associada às condições de estagnação de eletrólitos em microambientes. Estes ambientes restritos, onde há impedimento ou dificuldade à difusão de espécies químicas, podem ocorrer em parafusos, porcas e arruelas, materiais de isolamento, depósitos superficiais, películas de tinta descoladas, rebites, etc. A corrosão por frestas acontece devido às alterações da química localizada dentro da fresta (GENTIL, 2007). Essas frestas podem ser observadas na FIG.14:

Essa corrosão afeta partes pequenas das estruturas, por isso em muitos casos são mais perigosas, pois ela age e muitas vezes não é visível como as corrosões uniformes.

Figura 14: Corrosão localizada nas Frestas



Fonte: Portal Metálica¹⁰

Se esta corrosão estiver em estágio inicial, podem-se fazer limpezas das superfícies, uma secagem e reparo no interior das frestas, uma vedação e depois uma pintura protetora. Em estágios avançados, deve recorrer ao uso de reforços ou substituição de peças.

2.7.3.1.3 Corrosão Galvânica

¹⁰ Disponível em: <<http://wwwo.metallica.com.br/patologias-comuns-em-estruturas-metalicas>>. Acesso em: 11 out. 2017

Ocorre devido à formação de uma pilha eletrolítica, quando utiliza metais diferentes. Essa junção de materiais diferentes promove alguns efeitos químicos de oxidação e redução (GENTIL, 2007).

Este tipo de corrosão é fácil de ser encontrado em estruturas de galpões e coberturas. Por exemplo, a galvanização de parafusos, arruela, porcas e telhas que estão indevidamente encostadas nas estruturas (FIG 15).

Figura 15: Corrosão no encosto das telhas com a estrutura



Fonte: Portal Metálica¹¹

Esta corrosão é evitada com o isolamento dos materiais que compõe a estrutura ou com o uso de aços que possuem ligas próximas dos materiais galvanizados.

2.7.3.1.4 Corrosão por Soldas

¹¹ Disponível em: <<http://wwwo.metallica.com.br/patologias-comuns-em-estruturas-metalicas>>. Acesso em: 11 out. 2017

Um dos meios mais utilizados na fabricação de uma estrutura metálica é o processo de soldagem das peças. Após a solda de algum material, tem-se a formação de corrosão em torno da solda e não propriamente sobre ela. Isto se deve ao fato do surgimento de regiões onde há elétrons que ficaram sob certa tensão devido à solda. Ocorre a poucos milímetros do local onde foi aplicada a solda.

Por isso é encontrado muita corrosão nessa etapa. Na FIG.16, podemos observar este tipo de corrosão.

Figura 16: Corrosão localizada junto a solda



Fonte: Dreamstime¹²

Uma forma de se evitar essa corrosão é dar um bom acabamento ao se terminar o processo de solda, como por exemplo, usar uma pintura adequada que permitirá que a estrutura esteja protegida das ações dos agentes corrosivos.

¹² Disponível em: < <https://pt.dreamstime.com/foto-de-stock-oxida%C3%A7%C3%A3o-e-corros%C3%A3o-na-solda-image67525798> >. Acesso em: 11 out. 2017

2.8 A fiscalização dos órgãos competentes

O órgão competente para fiscalizar as obras é o CREA¹³ – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia, que tem por finalidade: verificar, orientar e fiscalizar os exercícios profissionais com o objetivo de defender a sociedade das práticas ilegais dos ofícios que são abrangidos pelo sistema CONFEA/CREA. Além de promover a valorização profissional e garantir a primazia dos exercícios das atividades profissionais.

Uma forma de evitar essas falhas, desde os projetos até a forma adequada de uso das estruturas, é fiscalizando e tendo a devida atuação a essas pessoas que não estão em acordo com as leis.

Se a fiscalização começar a realizar o seu papel corretamente, serão observadas edificações cada vez menos expostas e sujeitas às falhas e profissionais cada dia mais capacitados.

¹³ www.rwengenharia.eng.br

3 CONCLUSÃO

O estudo deste material serve como orientação, tanto para engenheiros, empresários como também para a população em geral, através de exposições e análises de patologias encontradas em estruturas metálicas.

Dispondo de recomendações para evitar falhas, o presente trabalho gerou conhecimentos de informações e práticas inadequadas que fazem parte do dia a dia, ressaltando alguns problemas que podem ocorrer nas estruturas metálicas.

Pôde-se observar que as falhas são geradas desde suas concepções até sua utilização. A maioria dos danos causados nas estruturas podem ser minimizados caso haja um efetivo controle de qualidade e vigilância durante seus processos construtivos e realizando manutenções adequadas nas estruturas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, P. A. **Porque construir com estruturas metálicas**, São Paulo, 2003.

BELLEI, I. H. **Edifícios Industriais em aço: Projeto e cálculo**. São Paulo, 2003.

CENTRO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO EM AÇO - CBCA. **Características**. Disponível em: WWW.cbca-ibs.org.br/caracteristicas.asp>. Acesso em: 08 de novembro de 2017.

CHAVES, M. R. **Avaliação do desempenho de soluções estruturais para galpões industriais leves**. Ouro Preto, 2007.

COZZA, Eric. **Uma nova era para o aço**. techné, São Paulo, n. 36, p. 18-23, set/out. 1998.

DIAS, Luís Andrade de Mattos. **Estruturas de aço: Conceitos, técnicas e linguagem**. 5. ed. São Paulo: Zigurate editora, 2006.

GENTIL, V. **Corrosão**. Rio de Janeiro, Editora LTC, 2003.

HELENE, Paulo Roberto Lago. **Patologia do concreto; roteiro de palestra**. São Paulo : EPUSP, 1988.

MCKAIG, Thomas H. **Building Failures – case studies in construction and design**. New York : McGraw-Hill Book Company, 1962.

MESSEGUER, A.G. **Controle e garantia da qualidade na construção**. São Paulo: Sinduscon-SP, 1991.

PFEIL, Walter; PFEIL, Michele. **Estruturas de aço: Dimensionamento prático**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000

METÁLICA, Portal. **Proteção de estruturas metálicas frente ao fogo**. Disponível em: <<http://wwwo.metallica.com.br/protecao-de-estruturas-metalicas-frente-ao-fogo>>. Acesso em: 25 out. 2017.

METÁLICA, Portal. **O uso do aço na construção civil**. Disponível em: <<http://wwwo.metallica.com.br/construcoes-metalicas-o-uso-do-aco-na-construcao-civil>>. Acesso em: 10 out. 2017.

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