



XVII Congresso Internacional sobre Patologia e
Reabilitação das Construções

XVII Congreso Internacional sobre Patología y
Rehabilitación de las Construcciones

XVII International Conference on Pathology and
Constructions Rehabilitation

FORTALEZA (Brasil), 3 a 5 de junho de 2021

<https://doi.org/10.4322/CINPAR.2021.148>

Observações acerca do comportamento de aço patinável em ambiente agressivo

Observations about the behavior of anticorrosive steel in an aggressive environment

Gustavo Oliveira Daumas⁽¹⁾, José Geraldo de Araújo Silva⁽²⁾, Lucas Teixeira Araújo⁽³⁾,
Antônio Maria Claret de Gouveia⁽⁴⁾, Hisashi Inoue⁽⁵⁾, André Luiz Candian⁽⁶⁾,

(1) Gustavo de Oliveira Daumas, Instituto Tecnológico da Aeronáutica, Brasil.

Email: godaumas@gmail.com

(2) MSc José Geraldo de Araújo Silva, Engenheiro Civil, Metalcon, Brasil.

Email: jgaraujo@gmail.com

(3) Lucas Teixeira Araújo, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil.

Email: lucasteixeira32@gmail.com

(4) Dr. Prof. Antônio Maria Claret de Gouveia, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil.

Email: amcgouveia@gmail.com

(5) Dr. Prof. Hisashi Inoue, Universidade Federal de São João Del Rei, Brasil.

Email: hisashi@ufsj.edu.br

(6) MSc André Luiz Candian, Engenheiro Civil, Faculdade Única, Brasil.

Email: alcandian@gmail.com

Resumo: Aço anticorrosivo (patinável, *weathering steel* ou corten) é todo aquele tipo de aço que mesmo sob condições adversas ou em atmosferas agressivas (marítimas, industrial ou úmidas) permite a formação de uma camada superficial a qual impede que os íons responsáveis pela degradação do material adentrem ao mesmo, causando trincas e conseqüente perda de estabilidade da peça estrutural. No início dos anos 30 a United States Steel Corporation estimulou o uso dos aços baixa liga, desenvolvendo então um aço cujo nome comercial era Corten. Inicialmente utilizado na indústria ferroviária, descobriu-se que além do aumento da resistência o elemento de liga (cobre) também fornecia aumento de resistência à corrosão, sendo que somente a partir de 1958 que o aço patinável começou a ser utilizado em inúmeras obras de arquitetura.

Os fabricantes de aço patinável garantem que este tipo de aço contem em sua formulação elementos químicos que fornecem uma sólida capacidade de formação da pátina (fina película exterior composta por óxidos de ferro e cobre, fortemente aderida à superfície do elemento), que não permitirá que o oxigênio do ar penetre no metal. Na realidade o comportamento do aço corten e/ou a formação da pátina são regulados por diversos fatores e por muitas vezes o comportamento é muito diferente do que fora especificado nos folders das indústrias siderúrgicas.

Este trabalho faz uma análise teórico e experimental de partes de uma estrutura em aço corten, situada em ambiente agressivo, comparando os resultados obtidos na literatura com os fatos colhidos em campo, onde o comportamento apresentado fora completamente diferente do proposto pelo fabricante.

Palavras-chave: Aço estrutural, aço anticorrosivo, corrosão, ambiente industrial.

1. Introdução

Desde os primórdios da humanidade, o aço tem sido utilizado como elemento para construção, quer seja para ferramentas, utensílios ou obras.

Atualmente é impossível imaginar a humanidade sem o uso do aço, pois em todos os segmentos das atividades humanas o aço está presente, podendo considerar que a produção de aço é um forte indicador do grau de desenvolvimento de uma nação. O início e o aperfeiçoamento do uso do aço são grandes desafios para a humanidade.

Desde a pré-história o ferro é utilizado, sendo que a idade do ferro (período em que o ferro substituiu o bronze no processo de fabricação de armas e utensílios) é considerada o último estágio tecnológico e cultural da pré-história, pois a sua descoberta promoveu mudanças cruciais na sociedade. Pode-se citar:

- Grande desenvolvimento da agricultura através de novas ferramentas para corte do solo e poda de arbustos;
- O desenvolvimento de armas, o que permitiu as conquistas e expansão territorial.

Com o passar do tempo, com a melhoria das técnicas de fabricação, o ferro foi melhorando a sua qualidade, tornando-se mais resistente aos esforços e à corrosão, chegando próximo ao aço. O próximo passo foi o surgimento das forjarias que permitiu a fabricação de portões, chapas para fogões a lenha, placas para lareira, armas de fogo e outros utensílios com formatos mais elaborados.

Com o advento da Revolução Industrial o ferro passou a ser produzido em grande escala, sendo utilizado para tanto fornos (ancestrais dos alto-fornos), onde era possível se extrair as impurezas presentes no ferro líquido, o que adicionava propriedades especiais à mistura e transformando-a em aço.

2. Histórico do uso do aço na construção civil

A contribuição do aço para construção civil é de grande valia, pois a estrutura metálica permite aos engenheiros e arquitetos “ousar” mais, vencendo grandes vãos com baixo consumo de material e pequena altura de vigas. Outrossim, o aço permite que as obras sejam mais seguras, econômicas, de rápida execução e grande durabilidade.

Neste *boom* de utilização do aço, ainda nos tempos de uso do ferro destaca-se a construção da ponte Iron Bridge no ano de 1779 na Inglaterra. Esta ponte em arco inferior utiliza apenas elementos à compressão, correspondendo ao estado-da-arte vigente à época: a qualidade do material utilizado não permitia que as peças fossem submetidas a esforços de tração, flexão ou esforços combinados. A Figura 1 apresenta uma foto da Iron Bridge.



Figura 1 – Vista lateral da Ponte Iron Bridge. [1]

Já nos Estados Unidos o início do uso do aço ocorreu no século XIX com a construção de pontes, estradas de ferro e principalmente edifícios altos. A cidade de Cincinnati no estado de Ohio teve o primeiro “prédio alto” (15 andares). “Na época, a estrutura parecia ser tão improvável, que gerou histórias no mínimo curiosas - como a do jornalista que passou uma noite com câmeras apontadas para o prédio, aguardando ele desabar”. [2]

No Brasil o uso do aço iniciou com a chegada da família real portuguesa que permitiu a instalação de pequenos fornos que fabricavam equipamentos para mineração, agricultura e utensílios domésticos. Por outro lado a forte ligação entre a Corte Portuguesa e a Inglaterra permitiu que diversas obras (principalmente pontes ferroviárias) em ferro fundido foram realizadas no Brasil. Porém, o mercado começou a se desenvolver mesmo já no século XX, com o surto industrial verificado entre 1917 e 1930. [3]

Um breve histórico da indústria siderúrgica brasileira pode ser relatado:

- Criação da Companhia Siderúrgica Mineira em 1921;
- Inauguração da usina de João Monlevade pela Belgo-Mineira em 1937;
- Criação da companhia siderúrgica de Barra Mansa e da Companhia Metalúrgica de Barbará em 1937;
- Criação da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), em Volta Redonda, no ano de 1946;
- Criação da Cosipa em 1953;
- Criação da Usiminas em 1964;
- Inauguração da Açominas na década de 1980, que na década de 1990 se transformou na Gerdau-Açominas, que passou a fabricar os perfis laminados padrão europeu, o que impulsionou o mercado de construção em estrutura metálica no Brasil;
- Privatização das grandes empresas siderúrgicas brasileiras, o que permitiu liberdade de investimento aos novos proprietários causando um grande aumento na produção de aço no Brasil.

Além de ter grande resistência mecânica o aço apresenta diversas outras vantagens para construção civil, sendo estas são decisivas para escolha do aço como elemento estrutural [2]:

- Redução no tempo de construção;
- Liberdade para criação arquitetônica;
- Racionalização no uso de materiais e mão de obra;
- Aumento da produtividade;
- Melhor aproveitamento de espaço;

- Alívio de carga nas fundações;
- Maior organização nos canteiros de obras.

3. Aço patinável

Os aços tipo patináveis são aços que possuem em sua composição elementos de liga (pequenas adições) que SOB DETERMINADAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS garantem a formação de uma camada protetora na superfície do material que inibe a propagação da corrosão em direção ao interior da peça metálica. Além de um aumento na resistência à corrosão os elementos de liga conferem ao aço melhoria na resistência à tração (escoamento e ruptura) e na soldabilidade. A Figura 2 apresenta o prédio Rainha da Sucata que é um ícone da utilização deste tipo de aço em Belo Horizonte.



Figura 2 – Vista do prédio Rainha da Sucata, na cidade de Belo Horizonte, que foi construído com aço tipo corten. Destaca-se a cor vermelho amarronzada do aço após o período de formação da pátina. [5]

A história deste tipo de aço inicia nos Estados Unidos por volta do ano de 1932 e foram inicialmente denominados COR-TEN, que é a abreviação de palavras *CORrosion resistance* (resistência à corrosão) e *TENSile strength* (resistência à tração), patenteado pela U.S. Steel.

Os principais tipos de aço patináveis disponíveis no mercado são os aços “COR-TEN A” (que recebeu a designação ASTM A 242) de uso arquitetônico, “COR-TEN B” (ASTM A 588) de uso estrutural e ASTM A 606 para chapas finas [4]. Uma vez que de forma geral a adição de ligas ao aço diminui a soldabilidade, contrariando as expectativas a Usiminas desenvolveu o aço USI-SAC (Usiminas – Soldável Anti-Corrosivo), que além das características “corten” apresenta um aumento na soldabilidade (com uso de eletrodo específico).

Inicialmente, embora sofra corrosão nos moldes do que ocorre nos aços comuns, com o passar do tempo a taxa de corrosão nos aços patináveis diminui, chegando após alguns anos a zerar. Este fato deve-se à formação da pátina, que é uma camada protetora (fina, ao contrário do aço comum onde a camada de corrosão é grossa, em escamas e de cor amarelada), surgida a partir da oxidação dos elementos de liga (principalmente o cobre), que fica fortemente aderida à superfície do metal e com isto, protege o interior do metal de um novo ataque do agente corrosivo.

As principais características/vantagens dos aços patináveis são:

- Formação da camada protetora na cor vermelho amarronzada;
- Excelente capacidade de aceitação da pintura;
- Alta resistência mecânica, gerando economia de material (em torno de 25%);
- Excelente soldabilidade;

- Resistência mecânica maior quando comparado aos aços comuns;
- Maior resistência à corrosão (6 a 8 vezes);
- Possibilidade de furação, cortes e emendas como o aço comum.

A Figura 3 apresenta o comparativo de teste entre a corrosão ocorrida em placas de aço pintadas, em aço tipo corten e em aço comum. A superfície da placa fora riscada de forma que a camada de tinta fosse cortada e o aço ficasse em contato com o meio ambiente. O resultado mostrou que após determinado tempo de exposição aos agentes corrosivos a placa em aço patinável praticamente não apresentou corrosão.

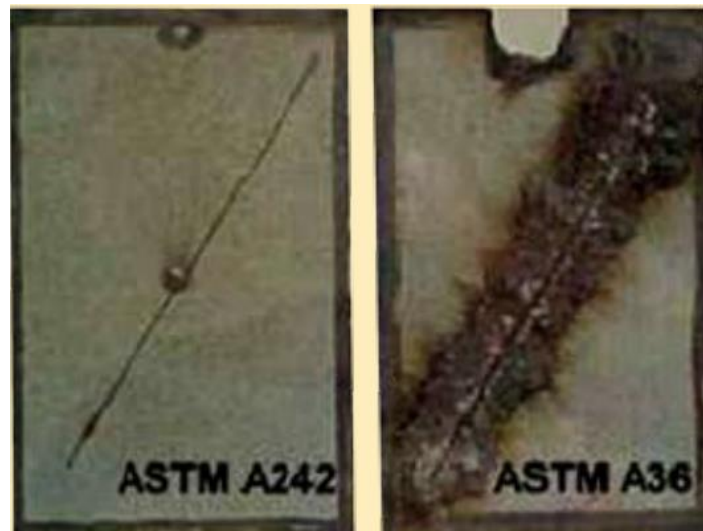


Figura 3 – Placas de teste de oxidação de dois tipos de aço: à esquerda aço tipo corten e à direita aço carbono comum. Após determinado período de exposição, sob as mesmas condições ambientais, vê-se claramente que o aço carbono comum (ASTM A36) permitiu um avanço da corrosão muito maior que o avanço no aço ASTM A242 (corten).

Visto que a formação da camada protetora depende do tipo de ambiente em que a estrutura esteja inserida, não se deve utilizar o aço patinável nas seguintes condições:

- Como estacas metálicas e em ambiente industrial fortemente agressivo (excessivo de fumaça), pois neste caso não ocorrerá a formação da pátina;
- Regiões onde haja excesso de gases com enxofre (estação de tratamento de esgoto), pois estes atacam o aço diretamente;
- Locais onde exista a possibilidade de contato do aço com pessoas ou objetos, pois o óxido formado pode manchar roupas ou o piso;
- Fachadas arquitetônicas, pois durante a formação do óxido a água de chuva pode manchar as paredes.

4. Conclusões

Este estudo de caso permite afirmar que:

- A performance de um aço patinável está intimamente ligado às condições ambientais onde a estrutura está inserida. Desta forma não se deve utilizar o aço patinável indiscriminadamente quando se trata de corrosão;
- O aço tipo corten não comporta da forma simples como é afirmado pelos fabricantes e em muitos casos é necessário que seja realizada a pintura;

- A ideia de que as manutenções estão dispensadas é equivocada pois, nem sempre o aço patinável trabalha da forma que fora projetado, podendo apresentar comportamento em relação à corrosão, muito diferente do esperado;
- Deve-se ter cuidado com o processo de soldagem adotado, pois a especificação de um eletrodo não compatível com os elementos do aço corten podem fragilizar a junta soldada e/ou causar a formação de pilha;

Referências

- [1] Acessível em: <http://www.engineering-timelines.com/scripts/engineeringItem.asp?id=80>. Acessado em 22/02/2021
- [2] Acessível em: <https://gruposolucoes.com/blog/a-historia-do-aco-na-construcao-civil>. Acessado em 22/02/2021.
- [3] Acessível em: <https://acobrasil.org.br/site/historia-do-aco/>. Acessado em 22/02/2021.
- [4] Acessível em: <https://www.infomet.com.br/site/acos-e-ligas-conteudo-ler.php?codConteudo=201>
- [5] Acessível em: <https://www.localguidesconnect.com/t5/General-Discussion/Edificio-Rainha-da-Sucata/td-p/2035593>