

A pintura do aço patinável

Celso Gnecco

Mar/2.000

Gerente de Treinamento Técnico da Sherwin Williams do Brasil-Divisão Sumaré

Introdução

O termo patinável se refere ao aço que tem capacidade de desenvolver uma pátina na sua superfície. Pátina é a camada de cor esverdeada que se forma no cobre ou no bronze, depois de longa exposição a umidade atmosférica. Cúpula de igreja revestida com cobre ou estátua de bronze apresentam o aspecto marrom esverdeado. Esta camada dificulta o acesso do oxigênio e da umidade, protegendo o metal contra a corrosão.

O aço patinável possui teor de cobre superior ao aço carbono comum e por este motivo desenvolve produtos de corrosão que contém sais de cobre.

	No aço carbono comum	No aço patinável
Teor de cobre	< 0,01 %	0,2 a 0,5 %

Por consequência, o produto de corrosão, ou seja a ferrugem, que normalmente tem coloração marrom-avermelhada, passa a apresentar um tom marrom escuro.

O aço patinável recebe outras denominações como: Aço Aclimável, Aço ao Cobre e Aço Baixa Liga. O produto de corrosão deste tipo de aço é compacto, denso, aderente, e por isso forma uma camada mais protetora do que a do aço carbono comum, quando exposto as variações do clima, daí o nome aclimável. Neste aço, o cobre está presente em combinação com elementos de liga como manganês, fósforo, níquel, cromo, silício, molibdênio, nióbio, vanádio entre outros. O termo baixa liga é por que este aço, além de baixo teor de carbono tem baixas porcentagens de elementos de liga.

Cada fabricante desenvolve sua formulação, mas todos tem em comum um teor maior de cobre do que o aço comum, daí o nome de aço ao cobre.

Marcas comerciais e Especificações

Marcas comerciais mais conhecidas no Brasil: COR-TEN (US Steel), COS AR COR 400 ou 500 (COSIPA), USI-SAC 41 ou 50 (USIMINAS), NIO-COR ou CSN-COR 420 (CSN).

Origem das marcas

- **NIO-COR** da CSN tem o nome devido ao teor de 0,02% a 0,03% de nióbio, além de pequenas quantidades de cromo e do cobre. {**NIO**bio, aço resistente à **COR**rosão}
- **COS AR COR** da COSIPA {**COS**IPA, aço de **Alta Resistência** à **COR**rosão}
- **USI-SAC** da USIMINAS {**USI**MINAS } aço **Soldável Anti**Corrosivo

Especificações

Algumas especificações para este tipo de aço: A-242, A-588 e A-606 (ASTM) e

ABNT	NBR 5008	Chapas grossas e bobinas grossas, de aço baixa liga, resistentes à corrosão atmosférica, para uso estrutural - Requisitos
	NBR 5920	Chapas finas a frio e bobinas finas a frio, de aço de baixa liga, resistentes à corrosão atmosférica, para uso estrutural - Requisitos
	NBR 5921	Chapas finas a quente e bobinas finas a quente, de aço de baixa liga, resistentes à corrosão atmosférica, para uso estrutural - Requisitos

Usos

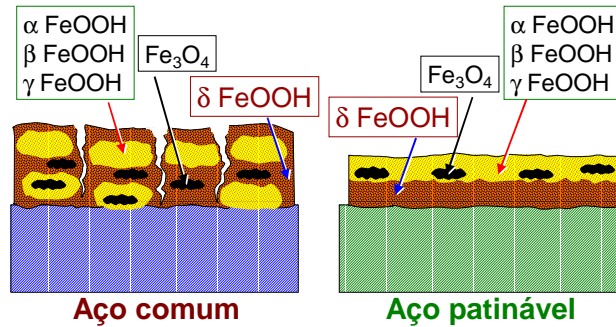
O aço patinável surgiu em 1933, nos Estados Unidos, tendo como aplicação específica a fabricação de vagões ferroviários de carga. A consolidação do uso de aço patinável sem revestimento, contudo se deu em definitivo nos anos 60, a partir de duas utilizações: na engenharia civil, em torres de transmissão e na arquitetura, em projetos de estruturas de edifícios comerciais e residenciais.

Além da resistência a corrosão, o aço patinável tem excelente soldabilidade e média ou alta resistência mecânica, o que proporciona tanto a redução do peso da estrutura quanto

a diminuição da espessura das chapas usadas. As vantagens mecânicas deste material ficam mais evidentes nas peças submetidas a tração ou a grandes esforços.

Desempenho do aço patinável

À medida em que a camada de óxidos vai se formando no aço patinável, a taxa de corrosão vai diminuindo, pois ela atua como barreira protetora isolando o metal do meio. Já no aço carbono comum, a camada de óxidos formada é, em geral, porosa e não tem características protetoras.



Produtos de corrosão formados durante a exposição à corrosão atmosférica

Produto	Nome	Aço carbono	Aço patinável
α FeOOH	Goetita	Ilhas esparsas em toda a camada	Camada externa porosa não protetora
β FeOOH	Akaganeita	Formada em ambiente marítimo (presença de cloretos)	Formada em ambiente marítimo (presença de cloretos)
γ FeOOH	Lepidocrocita	Formada em ambiente Industrial (presença de SO ₂)	Formada em ambiente Industrial (presença de SO ₂)
δ FeOOH	Amorfo	Distribuída ao acaso, porosa e não protetora	Camada interna aderente, compacta, de granulação fina, protetora
Fe ₃ O ₄	Magnetita	Pequenas ilhas esparsas em toda a camada	Pequenas ilhas distribuídas ao acaso, na camada externa

Teorias que explicam o desempenho superior destes aços:

- Os elementos de liga, dos quais o principal é o cobre, reagem com o dióxido de enxofre, formando sulfatos básicos, de baixa solubilidade, que se precipitam entre os poros da camada de óxidos, selando-os e promovendo uma apassivação das regiões anódicas do aço, diminuindo a velocidade da corrosão;
- Os produtos da corrosão formados são mais homogêneos e compactos, favorecendo a proteção por barreira, bem como alterando as condições de condensação de umidade em contato com o metal base.

Aspectos relevantes do desenvolvimento da pátina protetora:

- Uma camada protetora bem formada só é conseguida em condições de umedecimento e secagem alternadas do aço;
- O tempo de sua formação varia de 18 meses a 3 anos, em função da atmosfera local. Após 12 meses, porém, o material já apresenta uma coloração homogênea marrom-clara. A tonalidade definitiva, uma gradação escura do marrom, será função da atmosfera predominante e da frequência com que a superfície do material é submetida a ciclos constantes de umedecimento e secagem;
- Em praticamente todas as atmosferas, no início da exposição, as taxas de corrosão tanto do aço carbono quanto do aço patinável são da mesma ordem de grandeza. Com o decorrer do tempo é que se nota a eficiência protetiva da pátina;
- Locais de retenção de grande quantidade de umidade ou partes submersas não desenvolvem a mesma proteção;
- Locais submetidos a lavagens acentuadas e constantes, apresentam eficiência comparável a do aço comum, sendo portanto antieconômico o seu uso nesta situação;

- As regiões não expostas ao intemperismo, tais como juntas de expansão , articulações, e regiões superpostas, têm comportamento crítico quanto a corrosão;
- Cordões de solda, em virtude do aquecimento excessivo durante a operação de soldagem, pela presença de metal de composição diferente (o eletrodo), pela presença de fluxo de solda (sais solúveis) e pela porosidade, são regiões mais susceptíveis a corrosão e por isto devem ser protegidas por pintura;
- Porcas, parafusos e rebites, de composição diferente do aço patinável também devem ser protegidos por pintura.

Comportamento em vários ambientes

Rural

Em atmosferas de baixa agressividade como em zonas rurais a formação da camada de óxidos é muito lenta, de modo que a superioridade deste material só é percebida após um tempo de exposição muito longo. Neste caso, o desempenho deste aço é similar ao do aço carbono comum e não se justifica a sua utilização.

Urbano e Industrial Moderado

Os aços patináveis apresentam um excelente desempenho em zonas industriais de agressividade não exagerada e em zonas urbanas (atmosferas de agressividade moderada, com teor de SO₂ inferior a 115 µg/m³, apresentando nestes casos suas maiores vantagens percentuais em relação aos aços comuns.

A superioridade do aço acimável, quando comparada ao aço carbono comum é muito mais evidente. Nestas condições, as taxas de corrosão deste tipo de aço são da ordem de 2 a 6 µm/ano, sendo portando vantajosa a sua utilização.

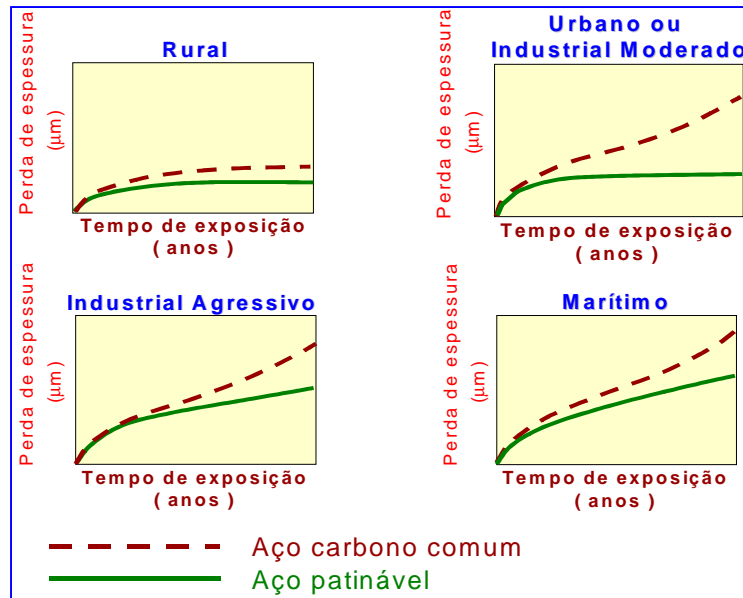
Industrial agressivo

Em ambientes industriais agressivos, também nota-se uma sensível diferença entre as taxas de corrosão dos aços acimáveis e do aço carbono comum. Porém em termos absolutos, estas taxas são muito altas, de modo que este material deve receber um tratamento adicional contra a corrosão , por exemplo, a pintura. Em ambientes agressivos e com molhamento contínuo, praticamente não se observa diferença entre o aço carbono comum e o aço patinável.

Marítimo

Nas regiões próximas ao mar, junto a zona de rebentação das ondas, há aspersão de água salgada provocada pelos ventos, cujas gotículas são carregadas, vindo a se depositar sobre as estruturas de aço e por serem higroscópicas podem diminuir a umidade relativa crítica para o desenvolvimento da corrosão atmosférica. Os produtos de corrosão nestas zonas são principalmente os cloretos, bastante solúveis e formam ferrugens de natureza e textura distintas daquelas formadas em outras atmosferas. O íon cloreto desapassa a camada protetora do aço patinável e por isso ela não se estabiliza. Esta agressividade, reduz-se com o aumento da distância ao mar. Diz-se que na orla marítima, a região crítica onde a quantidade de névoa é maior, fica situada no trecho até 500 ou 600 metros do mar. Experiências mostram que em regiões situadas a distâncias maiores do que 1 km da beira do mar, a quantidade de cloretos na atmosfera é pequena e não impede a formação da pátina. As gotículas são levadas pelos ventos e se precipitam pela ação da gravidade. A intensidade da névoa depende da geografia, da profundidade do piso do mar, dos ventos e da localização da praia, se é de mar aberto ou de baía (mar fechado).

Curvas de comportamento dos aços em diversos ambientes



Os gráficos acima são baseados no trabalho apresentado pelo IPT – **Corrosão atmosférica de metais no Estado de São Paulo** (V.Bibliografia). Os gráficos de comportamentos nos ambientes Industrial Agressivo e no Marítimo são estimativos, pois dependem do teor de SO₂ e da intensidade da névoa salina nas respectivas atmosferas.

[O aço patinável sem revestimento](#)

Cuidados especiais que devem ser tomados na utilização deste aço sem revestimento:

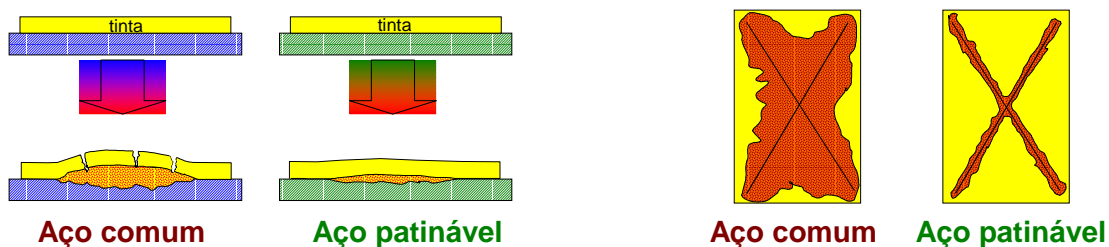
- A carepa de laminação deve ser eliminada, por jateamento com granalha ou areia para proporcionar um desenvolvimento uniforme e mais rápido da pátina protetora;
- Os respingos de solda, resíduos de óleo e graxa, bem como os resíduos de argamassa e concreto devem ser removidos;
- Áreas em que possa haver retenção de água ou de resíduos sólidos devem, se possível, ser eliminados do projeto; se isto for impraticável, deve-se protegê-las com pintura, utilizando tintas que resistam a condição de imersão, como algumas tintas epóxi e ou alcatrão de hulha-epóxi, por exemplo.
- Lembrar que durante a etapa inicial de formação da pátina, os produtos de corrosão tem pouca aderência e são solúveis, até que atinjam a sua estabilização. Por isso, é necessário prever pingadeiras e ou direcionadores das águas que possam escorrer pela estrutura, de forma a que os produtos da corrosão nelas dissolvidos não venham a manchar outras partes da construção.

[A pintura do aço patinável](#)

O desempenho do aço patinável revestido é ótimo. A durabilidade deste sistema costuma ser superior à soma das durabilidades propiciadas isoladamente pela proteção do revestimento e pela natureza aclimável do material (sinergia dos mecanismos).

Efeito sinérgico no aço patinável:

- Com adequado tratamento superficial é uma base altamente favorável à aplicação de pinturas, implicando em aderências superiores às verificadas no aço comum;
- Uma eventual falha no revestimento pode gerar a formação de produtos da corrosão no metal-base, os quais no entanto são bem menos volumosos que no caso do aço comum, o que diminui o problema de destacamento da película de pintura, aumentando a durabilidade do revestimento.



Na figura acima, após um período de tempo, o aço comum produziu um volume grande de produtos de corrosão (ferrugem) e danificou a pintura. Já o aço patinável no mesmo período, produziu menor volume, a tinta está íntegra e continua a oferecer proteção contra a corrosão. A sinergia consiste em: a tinta protege o aço que por sua vez, quando alcançado pelo oxigênio e os vapores de água que permeiam a camada de tinta, produz um volume de óxidos pequeno que não chega a destruir a película. Por este motivo, mesmo formando óxidos, a durabilidade da proteção é maior do que no aço carbono.

No desenho esquemático acima observam-se as progressões da corrosão em placas pintadas expostas ao intemperismo natural, em um ambiente agressivo, com o mesmo esquema de pintura. A corrosão no aço patinável ficou circunscrita à região dos cortes.

A pintura dos aços patináveis é requerida nas situações críticas anteriormente descritas; para as demais situações pode ou não ser adotada, fruto de uma concepção estética ou eventualmente, de considerações econômicas.

Chapas grossas laminadas a quente de aço patinável possuem carepa de laminação, da mesma forma que o aço carbono comum. Por isso há necessidade de jateamento das chapas para a remoção da carepa. Com o jateamento obtém-se limpeza da superfície e rugosidade suficiente para a aderência satisfatória da camada de tinta. Isto é imprescindível para a longa durabilidade que se espera de um sistema aço patinável/tinta.

A preparação de superfície para pintura do aço patinável deve ser encarada de maneira idêntica à que se dedica ao aço carbono comum. Os cuidados são os mesmos.

As tintas não aderem sobre ferrugens mesmo que se trate de aço patinável pois juntamente com a parte coesa, há produtos de corrosão porosos e soltos na superfície.

Esquemas de pintura

Para o aço patinável exposto ao intemperismo, os esquemas de pintura são os mesmos indicados para o aço carbono comum. A diferença é que no patinável eles duram muito mais. Cada caso deve ser estudado em particular, mas apenas para exemplificar, alguns esquemas são apresentados abaixo:

Para qualquer ambiente o **preparo da superfície** deverá ser:

Preparo mínimo de superfície:	Jato ao Metal Quase Branco, padrão visual Sa 2 ½ da Norma SIS 05 59 00-67
-------------------------------	---

Rural

	TINTA	Nº DE DEMÃOS	ESPESSURA SECA POR DEMÃO (µm)
PRIMER	Fundo epóxi	1	75
ACABAMENTO	Esmalte poliuretano	1	50
	TOTAL	2	125

Urbano e Industrial Moderado

	TINTA	Nº DE DEMÃOS	ESPESSURA SECA POR DEMÃO (µm)
PRIMER	Fundo epóxi	1	75
ACABAMENTO	Esmalte poliuretano	2	50
	TOTAL	3	175

Industrial Agressivo e Marítimo

	TINTA	Nº DE DEMÃOS	ESPESSURA SECA POR DEMÃO (µm)
PRIMER	Fundo epóxi	1	100
INTERMEDIARIA	Intermediária epóxi	1	100
ACABAMENTO	Esmalte poliuretano	1	50
	TOTAL	3	250

Perguntas freqüentes sobre a pintura de aço patinável

Se o aço é patinável, ou seja, resistente à corrosão, então por que pintá-lo?

As tintas modernas permitem longa duração, mesmo sobre aço carbono comum. No caso do aço patinável então, em virtude do efeito sinérgico, a vida útil da estrutura, ou do equipamento é aumentada consideravelmente. Além da proteção e da necessidade de longos períodos sem manutenção, a pintura é utilizada para sinalizar, identificar ou decorar e nestes casos permite o uso das cores, necessárias para esse fim.

Já que o aço é patinável e por isso mais resistente à corrosão, podemos pintá-lo com uma tinta mais fraca, como as alquídicas (sintéticas), por exemplo?

Justamente por se tratar de um aço mais nobre é que devem ser usadas tintas mais duráveis. É uma questão de coerência. Analogamente, podemos imaginar alguém colocando pneus diagonais de “fusca” em sua Ferrari ou BMW ? Quando se exige durabilidade da construção em aço patinável, é conveniente utilizar esquemas com tintas epóxi de fundo e poliuretano de acabamento.

Se o aço patinável não é indicado para a orla marítima, por que no Rio de Janeiro há grandes viadutos construídos com este aço?

As ondas e os ventos na baía da Guanabara (mar fechado) são menores e menos freqüentes do que em praias de mar aberto, sendo muito mais baixa a salinidade na atmosfera do centro do Rio do que nas praias da Zona Sul. Além disso, as vigas e peças em aço patinável estão abrigadas sob as construções, portanto protegidas e o ambiente é urbano com alta taxa de SO₂ devido a queima de combustível, principalmente o Diesel.

Para a pintura do aço patinável é necessário remover a carepa de laminação?

Se o interesse é durabilidade e qualidade do sistema, a carepa deverá ser eliminada. A aplicação de tintas sobre qualquer aço, seja comum ou patinável, exige preparação rigorosa da superfície, quando expostos ao intemperismo. A carepa sofre fissuramento e mesmo fortemente aderida, a tinta poderá se destacar junto com fragmentos da carepa.

Conclusão

- A camada de óxidos, compacto e aderente do aço patinável, o protege contra a corrosão, de maneira mais eficiente do que a do aço carbono comum;
- O uso com ou sem pintura depende da conveniência técnica, econômica ou estética;
- No caso de necessidade de longa duração, a pintura entra como fator sinérgico para dobrar e em alguns casos até quadruplicar a vida de equipamentos e estruturas;
- Em ambientes de corrosividade alta, como o industrial agressivo e o marítimo, o aço patinável necessita de pintura;
- Para se efetuar a pintura, os cuidados na preparação da superfície são os mesmos que se dedica ao aço carbono comum;
- Para manter a filosofia de trabalho com qualidade, sobre o aço patinável somente devem ser aplicadas tintas de alto desempenho.

Agradecimentos Roberto Mariano, Fernando Fernandes e Zehbour Panossian

Bibliografia

- Panossian, Zehbour - CORROSÃO E PROTEÇÃO CONTRA A CORROSÃO EM EQUIPAMENTOS E ESTRUTURAS METÁLICAS, São Paulo: IPT, publicação nº 2032
- Souza, Ubiraci E. L. de & Celso Gnecco - PROTEÇÃO CONTRA A CORROSÃO, Publicação técnica PT 07-Núcleo de Tecnologia da Construção Metálica-Escola Politécnica da USP
- Dias, Luís Andrade de Mattos - ESTRUTURAS DE AÇO: CONCEITOS, TÉCNICAS E LINGUAGEM, São Paulo: Zigurate Editora,
- Almeida, N.L.de - CORROSÃO ATMOSFÉRICA: 17 ANOS, S.Paulo: IPT, publicação nº 2583
- Gentil, Vicente - CORROSÃO, Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora
- Kajimoto, Zehbour Panossian - CORROSÃO ATMOSFÉRICA DE METAIS NO ESTADO DE SÃO PAULO, São Paulo: IPT, publicação nº 1826
- Artigo de autoria do Arquiteto Luís Andrade de Mattos Dias, do Eng. Antonio Hryniewicz da Cosipa e Eng. Márcio Gallucci da FEM – Revista Construção Metálica da ABCEM nº 15 –1994