

MÓDULOS DE TREINAMENTO

CORROSÃO

EM AÇOS INOXIDÁVEIS

Coordenação:

ABINOX

Por:

Eng. José Antônio Nunes de Carvalho

5

CORROSÃO POR PITES

MÓDULOS DE TREINAMENTO

CORROSÃO

EM AÇOS INOXIDÁVEIS

Professor:

José Antônio Nunes de Carvalho

Engenheiro Metalúrgico pela UFOP e mestre em Metalurgia Física (Corrosão) pela UFMG, atual diretor técnico da Select Consultant, empresa de consultoria com foco em seleção de materiais, treinamentos, perícias e prestação de serviços. Foi engenheiro da Aperam South America por mais de 30 anos, Professor na UNILESTE/MG, da Fundação FGPA – Fundação Geraldo Perlingeiro de Abreu – Pós-Graduação Engenharia Metalúrgica e Mecânica desde 2013 e da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP).

Organizado por:

ABINOX

CORROSÃO POR PITES

O que é corrosão por Pite?

A corrosão por pites, ou pite, é uma forma de corrosão extremamente localizada que leva à geração de pequenos furos no metal.

A ruptura localizada da camada passiva e o ataque corrosivo restrito a um ou mais pontos pode levar à perfuração da superfície exposta do aço, e a isso denomina-se “corrosão por pites”.

- O processo se dá a uma velocidade crescente, gerando uma propagação rápida. O resultado final consiste em uma perfuração e vazamentos daí decorrentes.
- Ocorre uma reação eletroquímica localizada dentro da cavidade do material, que é acelerada pela presença de halogenetos, principalmente cloretos, com o aumento local da acidez (Concentração de H⁺).

O processo de corrosão por pites é acelerado devido a uma relação entre áreas anódicas extremamente desfavoráveis, isto é, uma pequena área anódica onde ocorre a corrosão e uma grande área catódica onde há o consumo de elétrons e evolução de oxigênio, em meios aquosos.

A figura abaixo ilustra o fenômeno:



Área anódica = A_a

Área catódica = A_c , $A_c \gg \gg A_a$

Intensidades de Corrente: $I_a = I_c = I_{corr}$

Densidades de Corrente Catódica $d_c = I_c/A_c$

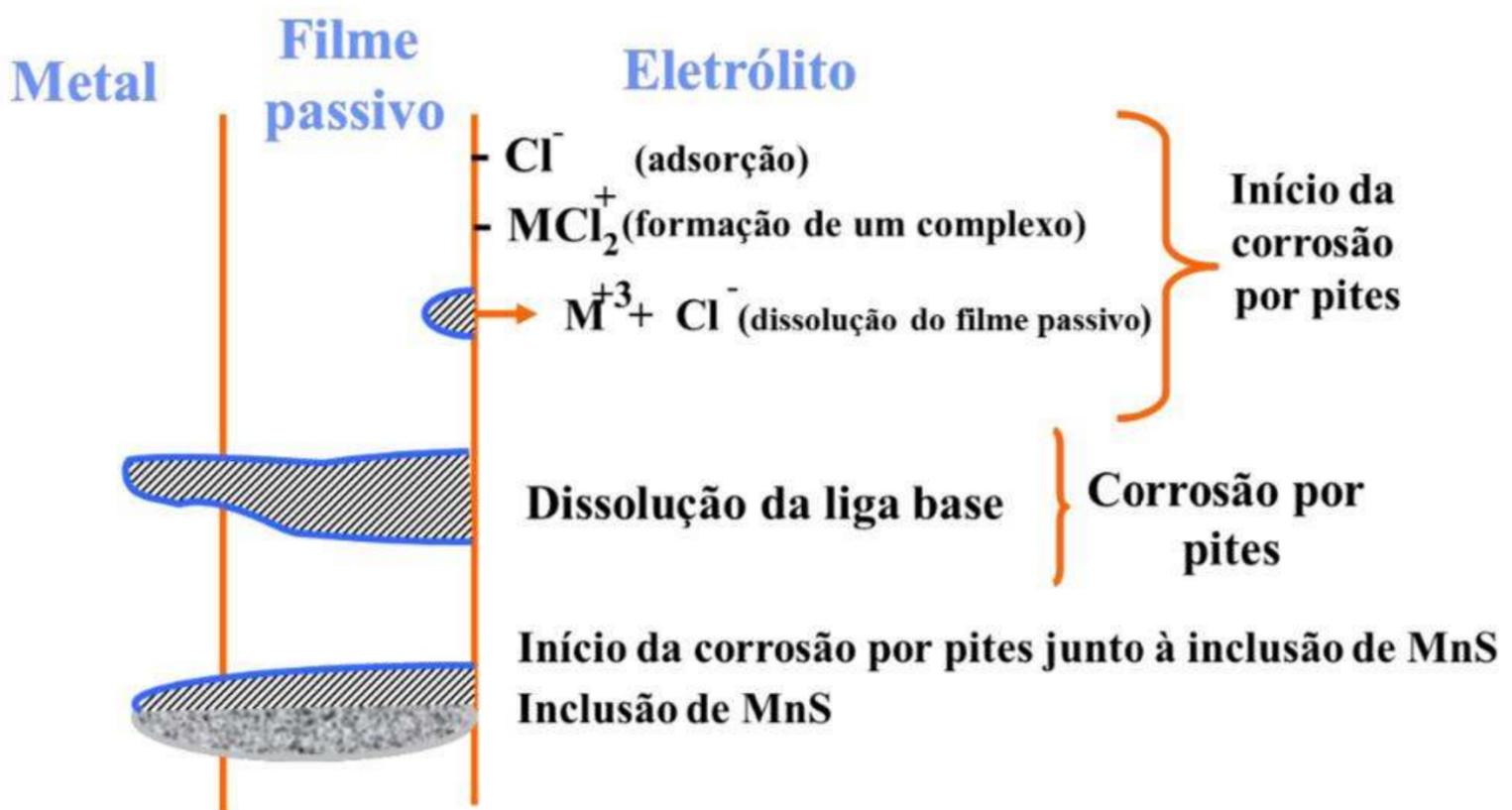
Densidades de Corrente Anódica $d_a = I_a/A_a$

Se $I_a = I_c \Rightarrow d_a.A_a = d_c.A_c$ ou $d_a/d_c = A_c / A_a \implies \gg \gg 1$

Normalmente o início do processo se dá por uma anormalidade qualquer na superfície do aço. Seja uma inclusão interna na liga que aflora na superfície, sejam precipitados na estrutura do aço que podem gerar zonas empobrecidas em Cromo nos aços inox, sejam danos mecânicos ou sujidades na superfície, etc.

No caso específico de inclusões no aço, uma das mais prejudiciais é a de Manganês, especialmente sulfetos, e o processo de ataque corrosivo se manifesta como na figura apresentada abaixo, onde se compara o processo na superfície normal e na presença de inclusões:

CORROSÃO POR PITES:



Vê-se claramente na figura que a inclusão de sulfeto de Mn não tem filme passivo recobrindo-a.

Na superfície original pode ocorrer a adsorção de um íon cloreto, que passa a interagir com a superfície e consegue retirar um cátion metálico formando um cloreto, como por exemplo cloreto de Ferro ou de Cromo ou de Níquel. Esses cloretos são solúveis em água e se transformam em hidróxidos. Nesse processo a acidez do meio passa a aumentar, ou seja, aumenta-se a concentração de H^+ e o processo se acelera, com a dissolução da liga base. Desta forma sempre há a presença de HCl (ácido clorídrico).

Na presença de inclusões este processo é naturalmente acelerado e o fenômeno ocorre seguindo a superfície da inclusão, se tornando ainda mais acelerado.

Uma vez que já tenha ocorrido a corrosão por pites, a tentativa de um tratamento de repassivação posterior normalmente não é efetiva. É muito difícil que o agente repassivante, que normalmente é ácido oxidante, consiga atingir o fundo das cavidades para restaurar a camada passiva.

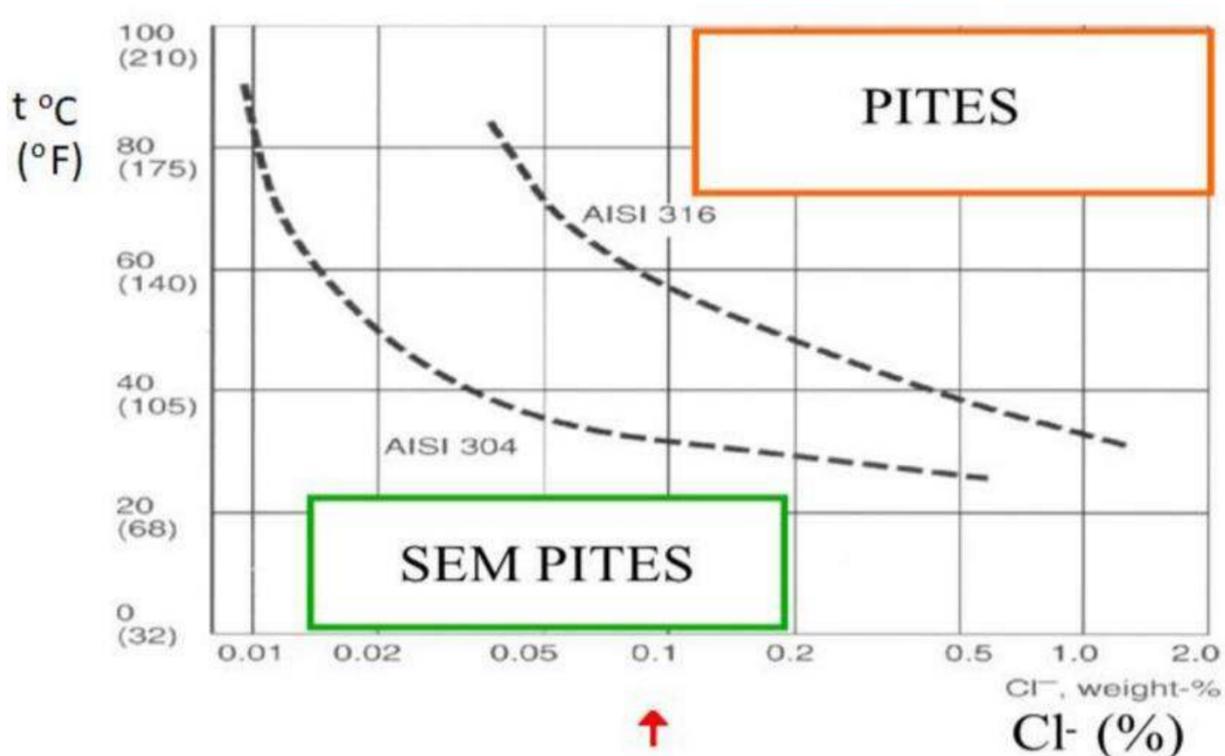
Além disso, por serem meios oxidantes, a reação de dissolução dos produtos de corrosão no interior dos pites não é favorecida, já que estes se encontram já oxidados em decorrência do processo de corrosão.

No caso específico de aços inoxidáveis, a adição de Molibdênio na liga aumenta substancialmente sua resistência à corrosão por pites. É o caso dos aços inox austeníticos 316, 316L, 317 e 317L e também dos aços inox ferríticos dos tipos 436 e 444, entre outros.

No caso dos aços classificados como L (extra baixo Carbono), a redução da ocorrência da precipitação de Carbonetos de Cromo (CR₂₃C₆) aumenta significativamente a resistência à corrosão por pites, pois as regiões empobrecidas em Cromo, no contorno dos carbonetos, atuam como locais preferenciais de perfuração, exatamente pela deficiência em Cromo.

A possibilidade de ocorrência da corrosão por pites aumenta com o aumento da temperatura e com o aumento da concentração de íons halogenetos, especialmente cloretos.

Para ilustrar esse efeito e a influência do Molibdênio neste comportamento, apresenta-se o gráfico abaixo que realça os aços inox austeníticos 304 (sem Mo) e 316 (com Mo entre 2,0 e 3,0%), na temperatura crítica de iniciação da corrosão por pites.



Por exemplo, para 0,1% de Cloretos no meio corrosivo (1000ppm) já há chance de ocorrência de corrosão por pites no aço 304 a aproximadamente 35° C, enquanto para o aço 316 a temperatura é da ordem de 55 °C.

A região de ocorrência de pites se encontra acima de cada uma das curvas, para cada um dos tipos de aço.

Esta forma de ataque corrosivo é uma das mais comuns aos aços inoxidáveis.

MÓDULOS DE TREINAMENTO

CORROSÃO EM AÇOS INOXIDÁVEIS

Coordenação:

ABINOX

Por:

Eng. José Antônio Nunes de Carvalho

**ENVIE SUAS DÚVIDAS OU
COMENTÁRIOS PARA O
ESPECIALISTA DA ABINOX:**

 www.abinox.org.br  [/abinox](https://www.linkedin.com/company/abinox)

 (11) 963405604

 [/associação.abinox](https://www.facebook.com/associação.abinox)

 [@abinox.oficial](https://www.instagram.com/abinox.oficial)

 [@abinox](https://www.youtube.com/@abinox)