

MÓDULOS DE TREINAMENTO

# CORROSÃO

## EM AÇOS INOXIDÁVEIS

Coordenação:

**ABINOX**

Por:

**Eng. José Antônio Nunes de Carvalho**

**1**

**CONCEITOS FUNDAMENTAIS  
SOBRE AÇOS INOXIDÁVEIS**



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**



# CONCEITOS FUNDAMENTAIS SOBRE AÇOS INOXIDÁVEIS

- Os aços inoxidáveis são conhecidos principalmente pela sua elevada resistência à corrosão. Devido ao nome “inoxidável”, muitos acreditam que esse aço não se oxida, relacionando oxidação à corrosão verificada nos aços comuns, conhecida como ferrugem.

**Aços Inox x Stainless Steel: um erro de tradução quase fatal!**

**Stainless Steel = Aço que mancha menos (e não aço inoxidável)**

- Na realidade os aços inoxidáveis são os mais oxidáveis, ou seja, de oxidação mais fácil e extremamente rápida. E o elemento químico de sua composição responsável por isso é o Cromo. Mesmo em solução sólida, como no aço, sua capacidade de reagir com o oxigênio do ar ou da água ou do ambiente é que permite formar uma camada de oxihidróxidos protetora que evita que a oxidação continue. Esta é a camada passiva, que veremos em mais detalhes, nos próximos capítulos.
- O teor mínimo de Cromo para que isso seja possível é  $Cr = 10,5\%$ .

*Além deste conceito, outro completamente verdadeiro é:*

**Todos os metais e ligas são susceptíveis a apresentar corrosão em algum ambiente.**

Pode-se citar o ouro por sua excelente resistência à corrosão atmosférica, mas que pode sofrer intensa corrosão em presença de Mercúrio. Por outro lado, o Ferro é relativamente inerte à ação do Mercúrio, mas apresenta corrosão atmosférica. Felizmente existe um ou mais materiais que tem um desempenho satisfatório para um dado ambiente corrosivo.

Os aços inoxidáveis, desta forma, podem ser considerados versáteis, na medida em que são resistentes à corrosão, em uma larga variedade de ambientes, e felizmente há uma grande variedade de tipos de aços inoxidáveis com características próprias, que podem favorecer seleções de tipos de aços mais adequados a cada aplicação.

**ABINOX**

# CINCO CRITÉRIOS BÁSICOS PARA A SELEÇÃO DE AÇO INOX

Um aço inox mal especificado pode ter um desempenho pior do que o de outro metal ou liga menos nobre, mas de melhor afinidade com o meio corrosivo.

## 1. Resistência à corrosão

É a razão fundamental para a especificação do aço inoxidável. O nível de resistência frente à corrosividade do ambiente deve ser conhecido. Se a corrosão não é um problema, pode haver pouca necessidade de se usar inox.

Porém, existem outras aplicações específicas que optam por aços inoxidáveis, nas mais variadas formas e acabamentos superficiais, por questões de estética, assepsia, esbelteza da peça ou conjunto, etc.



Corrosão sob tensão fraturante em aço inox 304 sob revestimento isolante, em reservatório de água quente. Falha extremamente rápida e pela ação de cloretos do isolante térmico.



# CINCO CRITÉRIOS BÁSICOS PARA A SELEÇÃO DE AÇO INOX

## 2. Propriedades Físicas (Mecânica e Térmica)

Em particular, ênfase deve ser dada ao limite de resistência mecânica e à condutividade térmica. O primeiro diz respeito a deformações permanentes e o segundo a capacidade de troca de calor. Aços inox de preços similares e com comportamentos quanto à corrosão bem parecidos, podem ser mecanicamente diferentes e terem capacidade de troca térmica distintas.

Exemplos de aplicações de tubos de aços inox ferríticos permitiram reduzir espessuras de parede da ordem de 44%, em relação a tubos de aço carbono. Isso permitiu ganhos de montagem, ganhos estruturais e de trocas térmicas extremamente melhores.



Colapso de tubos inox 304 por incrustações internas. Com a baixa condutividade térmica houve aquecimento e fluência localizada.

# CINCO CRITÉRIOS BÁSICOS PARA A SELEÇÃO DE AÇO INOX

## 3. Operações de Fabricação

Refere-se a como o material será processado. Nesta fase deve ser incluída a capacidade da liga em ser usinada, soldada, conformada, etc. Essas operações tem relação direta com a estrutura cristalina de cada tipo de aço inoxidável a ser escolhido.

## 4. Relação custo – benefício

- É a análise do valor global do aço inox, onde se deve incluir o preço inicial, o custo agregado, a expectativa de vida efetiva para o produto acabado e os benefícios financeiros agregados e decorrentes de ganhos de produtividade e de eficiência nos processos produtivos.





## 5. Disponibilidade do Produto

- Refere-se às condições de fabricação do produto, operações de adequação ao uso, centros de serviços e depósitos disponíveis, assistência técnica, etc. A definição do fornecedor é a consideração final na escolha do aço inoxidável mais econômico e adequado.
- O grande erro que se comete é pensar ou agir considerando apenas o desembolso inicial, ou apenas a capacidade financeira do usuário. A seleção de um material ou de um aço inoxidável com resistência à corrosão inadequada pode ser um erro de alto custo.





# Prejuízos diretos e indiretos

## • **Substituição do equipamento corroído**

- Uma substituição prematura é sempre uma péssima surpresa para o processo produtivo e para a empresa.

## • **Superdimensionamento para suportar a corrosão.**

- Um erro que é cometido frequentemente é, em um novo equipamento, solicitar um aumento de espessura, mantendo-se o tipo de aço inox. Existem fenômenos corrosivos em inox, que não são raros, e que chegam a não ser dependentes da espessura do aço mal selecionado.

## • **Interrupção do processo produtivo devido à falha por corrosão.**

- Perda do produto, por exemplo, devido a vazamentos.
- Contaminação de produtos e do ambiente.
- Perda da eficiência de processo, por exemplo, em trocadores de calor.

- Tais custos devem ser sempre considerados quando da seleção dos materiais, pois normalmente são muito elevados. Esses, entretanto, podem ser evitados com o correto dimensionamento das peças e especificação dos materiais. Deve-se sempre levar em consideração o custo total, ou seja, o custo do ciclo de vida dos equipamentos.



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](http://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)