



## COLETÂNEA DE INFORMAÇÕES TÉCNICAS – AÇO INOXIDÁVEL

### Tipos de Aços Inoxidáveis

#### Introdução

*Aço inoxidável é o nome dado à família de aços resistentes à corrosão e ao calor contendo no mínimo 10,5% de cromo. Enquanto há uma variedade de aços carbono estrutural e de engenharia atendendo a diferentes requisitos de resistência mecânica, soldabilidade e tenacidade, há também uma grande variedade de aços inoxidáveis com níveis progressivamente maiores de resistência à corrosão e resistência mecânica. Isso é resultado da adição controlada de elementos de liga, cada um deles originando atributos específicos com relação a resistência mecânica e possibilidade de resistir a diferentes meios ambientes. Os tipos de aço inoxidável podem ser classificados em cinco famílias básicas: ferrítico, martensítico, austenítico, dúplex e endurecível por precipitação.*

#### Austeníticos

*Os aços inoxidáveis austeníticos são os maiores, em termos de número de ligas e de utilização. Como os ferríticos, os austeníticos não podem ser endurecidos por tratamento térmico, tendo o nível de teor de carbono restrito, mas as adições principalmente de níquel muda a estrutura em temperatura ambiente para arranjo atômico cúbico de face centrado que é também não magnético (ou seja, tem uma baixa permeabilidade magnética). Dependendo do teor de níquel os aços austeníticos respondem a trabalho a frio com aumento da resistência mecânica, podendo ser utilizado em operações severas de conformação, evitando ruptura prematura e trinca. O endurecimento por encruamento é acompanhado pelas mudanças parciais na estrutura, com a conformação de uma fase de martensita ferro magnética, o que explica porque com a deformação a frio pode ocorrer os aços austeníticos “magnéticos”*

*Os aços mais usados tipo 304 (1.4301) tem 17% de cromo e 8% de níquel com excelente ductilidade, conformabilidade e tenacidade e até em temperaturas criogênicas.*

*O molibdênio é adicionado em alguns dos aços austeníticos para aumentar sua resistência aos mecanismos de corrosão localizados tais como corrosão galvânica e por pite ou alveolar.*

*Exemplos de aços austeníticos são 304/S30400 (1.4301), 304 L/ S30403 (1.4306), 316/S31600 (1.4401) e 316 L/ S31603 (1.4404).*

## **Martensíticos**

*Os aços inoxidáveis martensíticos são similares aos aços carbono e de baixa liga. Eles tem uma estrutura similar aos ferríticos com estrutura cristalina “tetragonal de corpo centrado”. Devido a adição de carbono, podem ser endurecido e a resistência aumentada pelo tratamento térmico, da mesma forma que os aços carbono. São classificados como uma família ferro magnético “duro”. O principal elemento de liga é o cromo, com um teor típico de 12 – 15%.*

*Na condição recozida, apresentam limite de escoamento com cerca de 275 MPa e então são normalmente usinado, conformado ou trabalhado a frio nessa condição. A resistência mecânica obtida pelo tratamento térmico depende do teor de carbono da liga. Aumentando o teor de carbono aumenta o potencial da resistência e dureza mas diminui a ductilidade e tenacidade. Os aços com teores de carbono mais elevados são capazes de serem tratados na dureza de 60 HRC.*

*A melhor resistência a corrosão é obtida no tratamento térmico, ou seja, na condição temperado e revenido. Os martensíticos foram desenvolvidos com adições de nitrogênio e níquel mas com teores de carbono mais baixos que os tipos tradicionais. Estes aços tem melhor tenacidade, soldabilidade e resistência à corrosão.*

*Os exemplos de aços martensíticos são 420 (1.4028), 431 (1.4057) como tipos temperáveis com carbono normal e 248 S V (1.4418) como tipo de aço com baixo teor de carbono e mais o nitrogênio.*

## **Ferríticos**

*Os aços inoxidáveis ferríticos tem uma estrutura cristalina cubico de corpo centrado, que é o mesmo do ferro puro a temperatura ambiente. O principal elemento de liga é o cromo com teores tipicamente entre 11 e 17%. O teor de carbono é mantido baixo o que resulta nestes aços uma limitada resistência mecânica. Não são endurecíveis pelo tratamento térmico e no estado recozido o limite de escoamento é de 275 a 350 MPa.*

*Os aços ferríticos são do tipo de baixo custo mas tem limitada resistência à corrosão comparado com os austeníticos mais comuns. Da mesma forma são limitados na tenacidade, conformabilidade e soldabilidade em comparação aos austeníticos.*

*As dimensões de fornecimento (ou seja espessura) são restritas devida a baixa tenacidade. São entretanto do grupo ferro magnetico “mole” e tem assim algumas utilizações especiais, como por exemplo núcleo de vavulas solenóides.*

*Exemplos de aços ferríticos são 3 Cr 12 (1.4003) e 430 (1.4016)*

## **Endurecíveis Por Precipitação**

*Os aços inoxidáveis endurecíveis por precipitação (PH) são endurecíveis por tratamento de envelhecimento e assim tem algumas similaridades com os aços martensíticos, entretanto o processo metalurgico para endurecimento é diferente. Estes*

*aços são capazes de atingir a resistência a tração até 1700 MPa. Normalmente tem estrutura martensítica e assim são ferro magnéticos.*

*Os aços endurecíveis por precipitação (PH) tem boa ductilidade e tenacidade, dependendo do tratamento térmico. Sua resistência à corrosão é comparável ao aço austenítico 304 (1.4301). Podem ser soldados mais facilmente que os aços martensíticos comuns, estão desenvolvidos e usados de forma ampla tanto nos Estados Unidos como no Reino Unido por exemplo nas aplicações aeroespaciais.*

*Exemplo de aços PH são 17 – 4 PH (1.4542) e 520 B (1.4594).*

### **Dúplex**

*Os aços inoxidáveis dúplex tem uma estrutura mixta de austenita e ferrita e como resultado tem características desses tipos básicos. Uma composição química típica tem 22% de cromo, 5% de níquel e 3% molibdênio com pequena adição de nitrogênio.*

*Os aços dúplex são endurecíveis por tratamento térmico mas são mais duros que os aços ferrítico e austenítico na condição recozida mole e tem limite de escoamento médio em torno de 450 MPa. Como os aços ferrítico são ferro magnéticos, mas tem uma boa conformabilidade e soldabilidade dos aços austeníticos. (Entretanto são necessários maiores esforços na conformação devido a sua maior resistência). Estes aços podem ser utilizados em projeto com seções mais finas que os aços austeníticos mas sua grande vantagem é sua maior resistência a corrosão sob tensão. O molibdênio é normalmente adicionado para aumentar a resistência a corrosão galvanica e por pite.*

*Exemplos de aços dúplex: 2205 (1.4462) e 1.4501*

### **Outras “famílias” de aços inoxidáveis**

*Há uma ampla faixa de aços inoxidáveis.*

*Aços especiais com composições químicas melhoradas tem sido desenvolvidos e são disponíveis e que minimizam a falha de um determinado aço.*

*Estes incluem:*

- *Super ferríticos*
- *Super austeníticos*
- *Super dúplex*
- *Martensíticos soldáveis de baixo carbono*
- *Aços austeníticos endurecíveis por precipitação*

