

# CARACTERÍSTICAS DOS PRINCIPAIS AÇOS INOXIDÁVEIS

## DEFINIÇÃO

Como inoxidáveis, são conhecidos os aços que se caracterizam pela resistência especial a substâncias que favorecem um ataque químico. Quanto a composição química, estes aços contêm um teor mínimo de cromo de 12,0% e de carbono máximo de 1,2%.

A resistência à corrosão é gerada em função de uma camada passiva, aderente e impermeável, que se forma na superfície do aço, composta de cromo. A passividade dos aços inoxidáveis é significativamente melhorada através do acréscimo nos teores de cromo e também mediante a adição de molibdênio.

Caso não seja possível gerar uma camada passiva suficientemente extensa, contínua e aderente ou esta camada superficial existente, seja pontualmente rompida ou totalmente destruída, existirá a possibilidade de um ataque por corrosão.

Além de resistência à corrosão, os aços inoxidáveis caracterizam-se por suas notáveis propriedades mecânicas, conformabilidade, resistência ao calor, entre outras. Desta forma possuem inúmeras aplicações, tais como: talhães, utensílios de cozinha, cutelaria, materiais de construção, peças para indústria mecânica, instrumentos cirúrgicos, dentários e hospitalares, peças de equipamentos para as indústrias química, petroquímica, aeronáutica, papel e celulose, moldes para plásticos, indústria do vidro e outras.

Isso, porém não quer dizer que qualquer aço inoxidável, em qualquer meio corrosivo, tenha características anti-corrosivas extraordinárias. O mesmo poderá se comportar de modo diferente, em função do tratamento térmico, trabalho a frio ou a quente e condições de superfície. Também pode-se ter uma usinabilidade mais difícil, em comparação com os aços comuns.

Desta forma, para a seleção e utilização dos aços inoxidáveis, há a necessidade de considerarmos alguns parâmetros, tais como, o tratamento térmico a ser aplicado em função do meio e do método de trabalho e também do processo em função da qualidade do aço. O conceito principal para uma boa seleção e utilização dos aços inoxidáveis é: "Utilizar o material adequado em condições apropriadas".

## AÇO INOXIDÁVEL TIPO MARTENSÍTICO

Caracterizam-se por serem aços ao cromo, contendo cromo entre 11,5% e 18,0%. Tem a capacidade de obter endurecimento ao ser resfriado rapidamente a partir de temperaturas elevadas (transformações martensíticas obtidas por têmpera). O revenimento em temperatura adequada, possibilita a obtenção de uma larga faixa de dureza e propriedades mecânicas, tenacidade e ductilidade.

Boa resistência à corrosão em meio atmosférico, sem queda de dureza e propriedades mecânicas até 500°C. podendo assim ser utilizado em aplicações em que se requer resistência ao calor.

Oferecem boa resistência a soluções, tais como, ácido nítrico em temperatura ambiente, porém tornam-se corrosivos em soluções redutoras, como ácido sulfúrico e clorídrico. Sua resistência diminui com o aumento dos teores do carbono, enxofre e fósforo.

Necessita de atenção especial quando soldado, pois tende a trincar devido à capacidade de endurecimento por têmpera, em função das transformações martensíticas. Tanto em condições de recozido, temperado e revenido, apresenta sensibilidade magnética (ferromagnetismo).

Apresenta melhores condições de resistência a corrosão no estado temperado e revenido e com a superfície finamente polida.

## **CARACTERÍSTICAS DOS PRINCIPAIS AÇOS INOXIDÁVEIS**

### **AÇO INOXIDÁVEL TIPO FERRÍTICO**

Neste grupo, o cromo ainda é o principal elemento da liga, podendo atingir valores mais elevados, superiores a 25,0%, aliado a teores de carbono abaixo de 0,2%. Não são endurecíveis por têmpera (transformações martensíticas). São mais inoxidáveis do que os aços martensíticos, em soluções oxidantes ou em meios atmosféricos.

Por não ocorrer refinamento de grão mediante tratamento térmico, cuidados extras devem ser tomados, no reaquecimento a altas temperaturas.

Estes aços, em função do alto cromo, expostos por longo tempo a 500°C, tendem a fragilizar-se e por isso, exigem atenção na seleção das peças a serem aplicadas.

Em qualquer condição, em função de sua estrutura ferrítica (macia), possuem boa conformabilidade a frio. Apresenta sensibilidade magnética (ferromagnetismo).

### **AÇO INOXIDÁVEL TIPO AUSTENÍTICO**

Os mais conhecidos e populares são os com teores médio, em torno, de 18,0% de cromo mais 8,0% de níquel. Não são endurecíveis por têmpera (transformações martensíticas), porém são endurecíveis por trabalho a frio. Como possuem boas características inoxidáveis, são muito usados em peças que necessitam altas resistências à corrosão ou em ambientes químicos. Usado também em aplicações em que se requer resistência ao calor, devido à boa resistência à oxidação e ao amolecimento em altas temperaturas.

Requer atenção no que diz respeito ao aquecimento em temperatura e tempos excessivos, devido ao não-resfriamento de grão por tratamento térmico.

Na condição solubilizado, geralmente não são magnéticos, porém quando trabalhado a frio, aumenta-se a dureza por encruamento, obtendo-se leve sensibilidade magnética.

No caso do AISI 304, quando são aquecidos acima de 600°C, tendem a ocorrer corrosão no contorno de grão (corrosão intergranular). Logo, para estas aplicações, sugerem-se os aços com baixos teores de carbono (AISI 304 L/AISI 316L).

## CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES DOS AÇOS INOXIDÁVEIS

ABNT AISI	Equivalência		Temperatura de Recozimento °C	Dureza HB Média	Temperatura de Têmpera °C	Meio	Resistência a Corrosão	Soldabilidade	Características	Aplicações
	DIN									
416	(X12CrS13)		860	165	960-980	Óleo	Boa	Boa	Aço ao cromo, martensítico, magnético em todas as condições. Equivalente ao AISI 410 porém com teor de enxofre mais elevado o que o torna mais fácil usinagem, dentre os inoxidáveis. Requer cuidados especiais para solda.	Parafusos, porcas, engrenagens, tubos, eixos. Peças de grande produção seriada obtidas em tornos automáticos.
410	(X10Cr13)		860	170	970-1000	Óleo	Boa	Boa	Aço ao cromo, martensítico, temperável, ferro-magnético. Apresenta boa resistência a oxidação a elevadas temperaturas até 650°C.	Válvulas, cutelaria, bombas, parafusos, fechaduras, tudo de controle de aquecimento, instrumentos de medida, partes de fornos, etc.
420	X20Cr13		860	190	970-1000	Óleo	Boa	Má	Aço ao cromo, martensítico, temperável, magnético. Temperatura máxima de utilização 750°C. Apresenta boa resistência a corrosão em atmosfera levemente corrosiva, principalmente após têmpera e revenido.	Cutelaria, instrumentos cirúrgicos e dentários, réguas, medidores, engrenagens, eixos, pinos, rolamentos de esfera, turbinas a gás.
420	(X30Cr13)		860	190	970-1000	Óleo	Boa	Má	Aço ao cromo, martensítico, temperável, magnético. Boa resistência ao desgaste com grande dureza em temperaturas até cerca de 500°C. Possui alto fio de corte.	Usado para laminação de tubos, válvulas de sucção, instrumentos cirúrgicos e dentários, bolas de moinho, ferramentas de corte tais como: tesouras, facas, etc.
430	(X6Cr17)		860	170	-	-	Boa	Média	Aço ao cromo, ferrítico, não temperável, magnético. Apresenta boa resistência a corrosão até cerca de 800°C, é porém de baixa resistência mecânica a temperaturas elevadas. Resiste bem a gases comuns e gases contendo enxofre puro e hidrídico. Não endurece por tratamento térmico.	Cunhagem de moedas, adornos de automóveis, máquinas de lavar roupa, revestimento de câmara de combustão para motores diesel, equipamentos para fabricação de ácido nítrico, aquecedores, etc.
430F	(X12CrMoS17)		860	180	-	-	Boa	Má	Aço ao cromo, ferrítico, não temperável, magnético. Apresentação de enxofre em sua composição química o torna mais fácil usinar que o AISI 430, do qual é uma variante. Apresenta baixa resistência mecânica a temperaturas elevadas.	Mesmas aplicações do aço AISI 430 mas com obtenção mais facilitada em razão da melhor usinabilidade.
431	X22CrNi17 2		620-660	270	980-1000	Óleo	M. Boa	Má	Aço ao cromo, ferrítico-martensítico, temperável, magnético. Possui alta resistência mecânica e alta resistência a corrosão, superior aos aços com 17 a 18% de cromo e comparável aos 18-8 do ponto de vista de oxidação.	Eixos de hélices marítimas, rolos para fabricação de vidros, eixos de rotores em compressores para gases nitrosos, válvulas, peças para a indústria do papel, indústria de laticínios, estruturas transportadoras, etc.
302	(X5CrNi18 10)		1050	160	-	-	Boa	Boa	Aço ao cromo níquel, austenítico, não temperável, não magnético. Apresenta boa resistência a ácidos orgânicos e aos álcalis. Resiste a oxidação até 900°C.	Eixos, peças de válvulas, parafusos e estruturas para a indústria química, alimentícia, para fábricas de ácido fosfórico e nítrico. Equipamentos hospitalares e farmacêuticos.
303	(X10CrNiS18 9)		1050	170	-	-	Boa	Boa	Aço cromo-níquel, austenítico, não temperável, não magnético. Aço do tipo 18-8 de usinagem fácil devido as adições de fósforo e enxofre.	Parafusos, porcas, prisioneiros, pinos, etc., enfim, peças produzidas em tornos automáticos e sujeitas a solicitações mecânicas moderadas.

## CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES DOS AÇOS INOXIDÁVEIS

ABNT AISI	Equivalência		Temperatura de Recozimento °C	Dureza HB Média	Temperatura de Têmpera °C	Meio	Resistência a Corrosão	Soldabilidade	Características	Aplicações
	DIN									
304	(X5CrNi18 9)		1050	160	-	-	Boa	Boa	Aço ao cromo-níquel, austenítico, não temperável, não magnético. Apresenta boa resistência a corrosão aos ácidos nítrico e fosfórico e a maioria dos ácidos orgânicos e soluções salinas.	Peças para válvulas, equipamentos hospitalares e farmacêuticos, peças e equipamentos para a indústria química, de petróleo, têxtil, celulose e papel.
304L	(X2CrNi19 11)		1050	150	-	-	Boa	Boa	Aço ao cromo-níquel, de baixo teor de carbono, austenítico, não temperável, não magnético. Aplica-se geralmente até temperaturas de 930°C.	Mesmas aplicações de aço AISI 304, por conter um teor de carbono inferior, é menos sujeito a corrosão intercrystalina quando aplicada a solda.
305	(X5CrNi18 12)		1050	150	-	-	Boa	Boa	Aço cromo-níquel, austenítico, não temperável, não magnético. O teor de níquel ao AISI 305 é superior ao do AISI 304, o que lhe confere maior ductilidade e menor endurecibilidade no forjamento a frio.	Peças fabricadas por meio de severas deformações a frio, parafusos, fixadores, etc.
316	(X5CrNiMo17 12 2)		1050	160	-	-	M. Boa	Boa	Aço cromo-níquel-molibdênio, austenítico, não temperável, não magnético. Sua resistência a ácidos austeníticos. O molibdênio melhora sensivelmente a resistência ao ataque químico, à oxidação a altas temperaturas e a resistência mecânica.	Equipamentos para a indústria química, farmacêutica, têxtil, petróleo, papel, celulose, borracha, nylon e tintas, instrumentos cirúrgicos, etc.
316L	(X2CrNiMo17 13 2)		1050	150	-	-	M. Boa	Boa	Aço cromo-níquel-molibdênio, austenítico, não temperável, não magnético, baixo carbono. Possui resistência a corrosão superior ao AISI 316 quando soldado e aliviado de tensões. Emprega-se em peças que não podem ser tratadas termicamente após a solda.	Mesmas aplicações de aço AISI 316 quais sejam, peças que exigem alta resistência à corrosão localizada.
384	-		1050	140	-	-	Boa	Boa	Aço cromo-níquel, austenítico, não magnético se solubilizado ou deformado a frio. Muito dútil em razão do alto teor de níquel. Muito empregado em operações a frio que se executam em duas etapas dado que dispensa o recozimento intermediário.	Parafusos, fixadores, pinos, rebites, enfim em peças em que se exige severa deformação a frio, característica essa em que é superior ao AISI 305.
309	(X15CrNi 20 12)		1050	150	-	-	Boa	Boa	Aço cromo-níquel, austenítico, não magnético, não temperável, refratário. Possui elevada resistência a oxidação a elevadas temperaturas. Em trabalhos com exposição intermitente a altas temperaturas, sua resistência a corrosão é inferior ao AISI 310.	Elementos de fornos, componentes de caldeira, fornalha, recobrimento de fornos de tratamento térmico, bombas, equipamentos para indústria química, trocadores de calor, etc.
310	(X15CrNiSi25 20)		1050	160	-	-	Boa	Boa	Aço cromo-níquel, austenítico, não magnético, não temperável, refratário. Resistente a oxidação a temperaturas até 1.100°C, pois mantém aderente a camada protetora do óxido.	Partes de fornos, componentes de queimadores, suportes para abobodas de fornos de fundição, chaminés, comportas de chaminés, estufas, etc.
321	X6CrNiTi18 10		1050	155	-	-	M. Boa	Boa	Aço cromo-níquel, austenítico, não temperável, não magnético. Trata-se de um aço estabilizado contra a corrosão intercrystalina graças a adição de titânio que possui mais afinidades pelo carbono que o cromo.	Parafusos, porcas, prisioneiros, pinos, etc., enfim, peças produzidas em tornos automáticos e sujeitas a sollicitações mecânicas moderadas.

\* Central de Atendimento Nhozinho: (11) 2842-6755