

# Os trilhos e pendurais para cortinas são todos iguais?

## GRAUS E DESEMPENHOS EM AÇO INOXIDÁVEL

No Brasil diferentes qualidades de aço inoxidável são usadas na confecção de ferragens para cortinas em tiras, os mais comuns são 304, 316 ou 430. Como garantir que um ou outro é adequado para a sua aplicação? O objetivo deste guia é ajudá-lo a comparar os diferentes tipos de Aço Inox e explicar por que a Extruflex optou por fabricar seus componentes de ferragens para portas no Aço Inoxidável 201 de alta qualidade.

### Por que usar aço inoxidável?

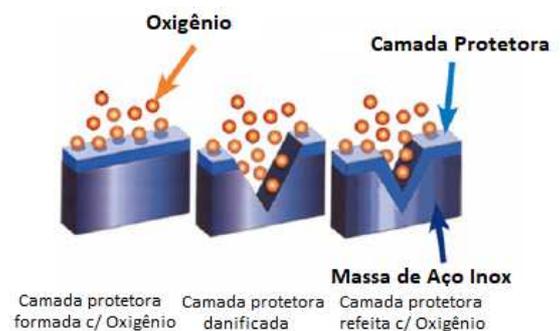
A corrosão diminui as propriedades mecânicas (resistência) do aço e confere-lhe um aspecto inaceitável para muitas aplicações. A corrosão do aço (ferrugem) é um fator importante na construção de sistemas que falham. Fábricas e indústrias são geralmente ambientes agressivos onde a segurança, confiabilidade e durabilidade do sistema são muito importantes. Em ambientes alimentícios materiais enferrujados e não higiênicos não são aceitáveis.

Por essas razões, a Extruflex optou por usar aço inoxidável de alta qualidade para fabricar seus componentes de ferragens para cortinas.

### O que é aço inoxidável?

O aço inoxidável é definido como uma liga de ferro-carbono com no máximo de 1,2% de Carbono e um mínimo de 10,5% de Cromo, necessário para garantir a acumulação de uma camada auto-recuperável na superfície (camada passiva) que fornece a resistência à corrosão e o torna muito durável.

Mas os aços inoxidáveis não são todos iguais, existem diferentes tipos e possuem diferentes propriedades mecânicas e resistência à corrosão.



### Comparação Geral

A tabela a seguir apresenta uma comparação geral dos diferentes graus de Aço Inox existentes no mercado de trilhos e pendurais para cortinas em tiras:

		INOX 304	INOX 316	INOX 430
RESISTÊNCIA A CORROSÃO	++	++	+++	+
RESISTÊNCIA MECÂNICA	+++	++	++	++

**INOX 201:** Devido à sua alta resistência à corrosão e propriedades mecânicas a Extruflex escolheu o Aço Inox 201 pois é também o mais apropriado para cortinas industriais.

**INOX 304:** Aço inoxidável bem conhecido, muito próximo do grau 201, mas com propriedades mecânicas mais baixas.

**INOX 316:** Aço inoxidável bem conhecido, com resistência à corrosão muito alta, geralmente é reservado para aplicações extremamente agressivas e contato com cloro, como piscinas ou aplicações em contato com água do mar.

**INOX 430:** Não recomendado para aplicações industriais, deve ser usado para fins decorativos em ambiente moderadamente agressivo.

## Por que essas tipos têm propriedades diferentes?

### Estruturas diferentes

Os aços inoxidáveis são classificados principalmente em 3 famílias com base em suas estruturas e dependendo de sua composição:

Principais famílias de aço inoxidável teor de ligas (% em massa)

FAMÍLIA	C		Cr		Ni	
	min	max	min	max	min	max
Austenítico	0,15		16,5 - 28		3,5 - 32	
Ferríticos	0,025 - 0,08		10,5 - 30			
Martensítico	1,2		11,5 - 19			

(EN 10088 & Dados do Fabricante)

C = Carbono - Aumenta a resistência mecânica, mas pode diminuir a resistência à corrosão se for muito abundante.

Cr = Cromo - Elemento responsável pela resistência à corrosão.

Ni = Níquel - Estabilizador que permite manter a estrutura austenítica à temperatura padrão.

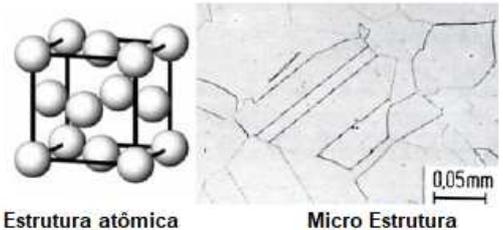
#### Austenítico

Compreende mais de 70% da produção total de aço inoxidável.

Ele contém níquel e/ou manganês suficientes para reter uma estrutura austenítica, o que lhes confere **alta resistência à corrosão**.

É a única estrutura não-magnética (fácil de identificar).

(INOX 201, 304, 316 são graus austeníticos)



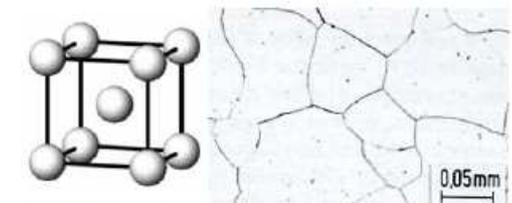
Estrutura atômica

Micro Estrutura

#### Ferríticos

Ele contém cromo para garantir a resistência à corrosão, mas nenhum níquel ou outro estabilizador (ou em quantidade muito baixa) e por isso não retém a estrutura austenítica. Eles são resistentes à corrosão, mas menos duráveis que os austeníticos.

(INOX 430 é um grau ferrítico)



Estrutura atômica

Micro Estrutura

#### Martensítico

Eles contêm uma alta porcentagem de carbono, tornando-os extremamente fortes e resistentes, mas menos resistente a corrosão. Eles não são tão resistentes à corrosão como as outras classes, principalmente devido à sua menor concentração de cromo.



Micro Estrutura

### Composições diferentes

Cada família de aço inoxidável reagrupa classes diferentes, que têm composição diferente, levando a propriedades diferentes.

O aço inoxidável classifica o conteúdo de ligas (% em massa)

INOX	C		Cr		Ni		Mn		N		Mo		Estrutura
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	
201	0,15		16,00	18,00	3,50	5,50	5,50	7,50	0,05	0,25			Austenítica
304	0,08		18,00	20,00	8,00	10,50		2,00		0,10			Austenítica
316	0,08		16,00	18,00	10,00	14,00		2,00		0,10	2,00	3,00	Austenítica
430	0,12		16,00	18,00				1,00					Ferrítica

(ASTM A 240 & Dados de Produção)

Mn = Manganês - Estabilizador austenítico que pode substituir o níquel por uma relação específica.

N = Nitrogênio - Aumenta significativamente a resistência à corrosão em estruturas austeníticas.

Mo = Molibdênio - Aumenta significativamente a resistência à corrosão.

### Diferentes resistências à corrosão

Até mesmo no aço inoxidável pode haver corrosão sob certas condições. Isso acontece porque esses modos de corrosão são mais exóticos e seus resultados imediatos são menos visíveis do que a ferrugem, eles muitas vezes escapam à atenção e causam problemas entre aqueles que não são familiarizados com eles. A corrosão por pite é a forma mais comum e prejudicial de corrosão do aço inoxidável.

Corrosão por pite: quando privado de oxigênio ou quando um sal como o cloreto compete como um íon, o aço carece da habilidade de reformar sua proteção passiva. Esta proteção é degradada em poucos pontos críticos. A corrosão nesses pontos são amplificadas. Eles podem continuar a crescer mesmo quando as condições retornam ao normal se o interior do furo é privado de oxigênio. A corrosão por pite pode ocorrer quando o aço inoxidável é submetido a altas concentrações de cloreto (por exemplo, água do mar) e temperaturas moderadamente altas.



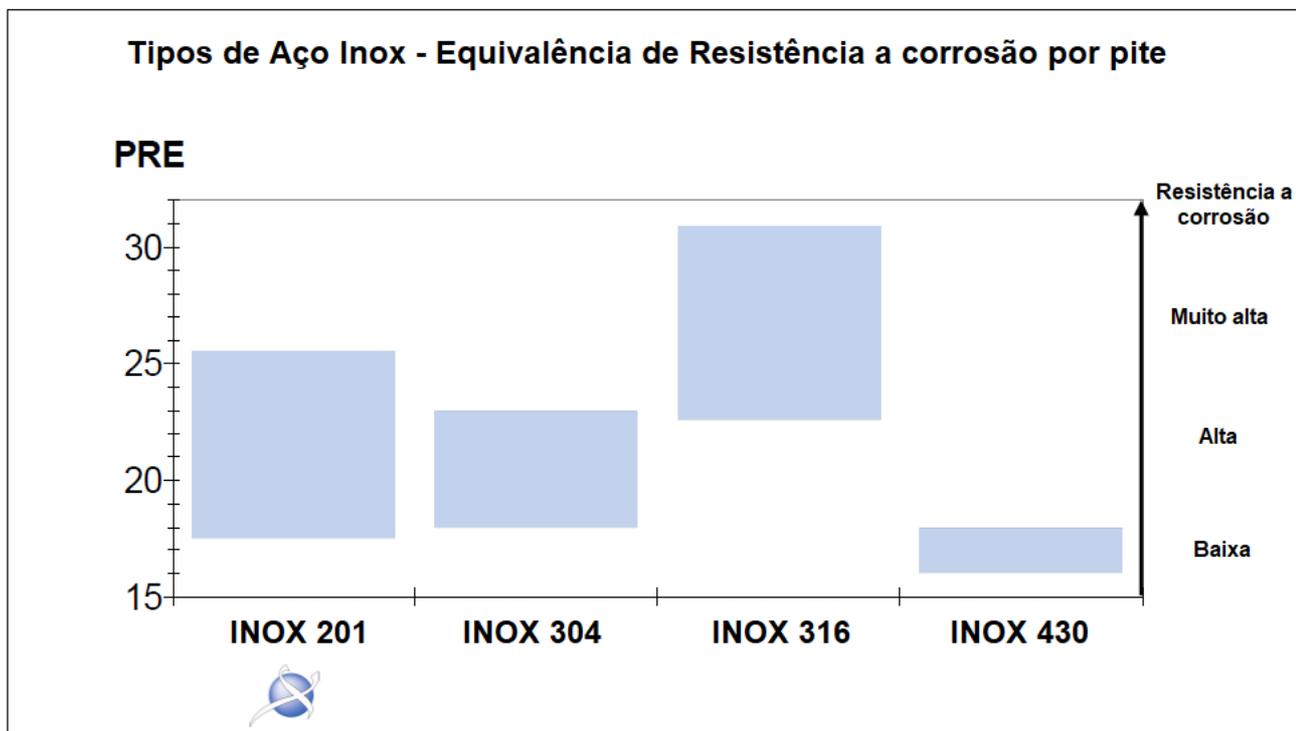
### Como comparar as resistências à corrosão dos tipos de aço inoxidável?

A resistência ao pite de aço inoxidável depende da sua estrutura e composição. Os três elementos que têm um significado efeito benéfico são cromo, molibdênio e nitrogênio.

O Equivalente de Resistência a Pite (em inglês PRE):  $PRE = (\%Cr) + (3,3 \times \%Mo) + (A \times \%N)$  é o indicador mais usado para comparar resistência à corrosão do aço devido à sua correlação com os resultados dos ensaios de corrosão por pite. A influência da estrutura nos coeficientes PRE:

- Para a estrutura austenítica A = 30.
- Para a estrutura ferrítica A = 0.

O gráfico a seguir apresenta o PRE dos diferentes tipos calculados de acordo com sua estrutura e teores máximos de cromo, molibdênio e nitrogênio. (Veja a tabela na página anterior)



• INOX 201 e 304 têm alta resistência à corrosão. Eles podem ser usados em ambientes agressivos e são adequados para plantas de processamento de alimentos. Suas resistências à corrosão são perfeitamente adaptadas para a aplicação em cortinas e portas industriais.

O INOX 316, que contém molibdênio, é muito resistente à corrosão. É feito para ambiente com exposição ao cloreto muito agressivo tais como piscinas ou aplicações de água do mar.

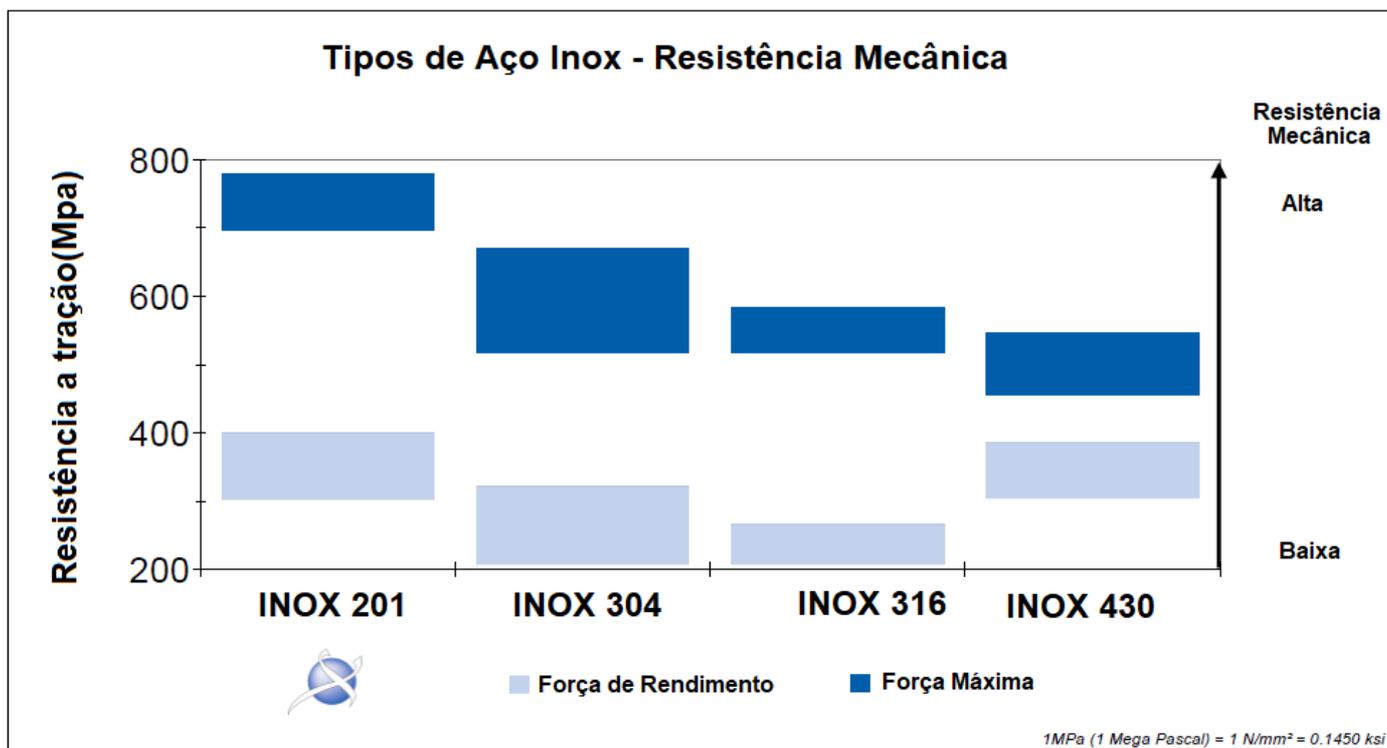
O INOX 430 que tem uma estrutura ferrítica e não contém outros elementos anti-corrosivos como o cromo tem uma menor resistência à corrosão. É usado principalmente para fins decorativos em ambiente moderadamente agressivo.

### Diferentes resistências mecânicas

Devido à sua estrutura e composição química, os tipos de aço inoxidável possuem diferentes resistências mecânicas, como rendimento e força final. O teor de carbono é um dos parâmetros mais influentes.

**Força de rendimento:** Estresse no qual a deformação do material muda de deformação elástica para plástica causando curvatura permanente.

**Força final:** tensão máxima que o material pode suportar antes de falhar.



• INOX 201: Devido ao seu maior teor de carbono, o INOX 201 possui uma resistência mecânica muito alta (difícil de dobrar e quebrar) o que o torna perfeito para aplicações industriais, onde a alta resistência mecânica é recomendada.

AISI 304 e 316: Com menos carbono que o INOX 201, eles são menos resistentes e duráveis (mais fáceis de dobrar e quebrar). O INOX 430: Contém uma alta porcentagem de carbono como AISI 201. É difícil de dobrar, mas como a maioria dos tipos de aço inoxidável Ferríticos, a resistência final é baixa e é mais fácil de quebrar do que os INOX 304 e 316.

#### Pesquisa:

Arcelor Stainless International - Grupo Arcelor [www.arcelor-stainless.com](http://www.arcelor-stainless.com)

ATI - Allegheny Ludlum Corporation [www.alleghenyludlum.com](http://www.alleghenyludlum.com)

Outokumpu - Empresa Internacional de Aço Inoxidável [www.outokumpu.com](http://www.outokumpu.com)

Materiais de armazenamento de corrosão e energia Laboratório <http://corrosion.kaist.ac.kr>

Euro inox - Associação Europeia de Desenvolvimento do Aço Inoxidável [www.euro-inox.org](http://www.euro-inox.org)

MAFSI - Associação de Agentes de Fabricantes para a Indústria de Serviços de Alimentação [www.mafsi.org](http://www.mafsi.org)

Os dados contidos nesta especificação técnica são fornecidos apenas para informação e baseiam-se no nosso conhecimento atual dos produtos em questão.

Esta informação dada ao nosso cliente de boa fé para informá-lo e ajudá-lo em sua busca,

não constitui garantias formais ou implícitas quanto ao seu uso.

Arcelor Mittal - Inoxidável [www.iup-stainless.com](http://www.iup-stainless.com)

Id inox - Instituto de Desenvolvimento de Infinito [www.idinox.com](http://www.idinox.com)

SSINA - Indústria de Aços Especiais da América do Norte [www.ssina.com](http://www.ssina.com)

IMOA - Associação Internacional de Molibdênio [www.imoa.info](http://www.imoa.info)