



|

Profa.Dra. Lauralice Canale



# AÇOS INOXIDÁVEIS



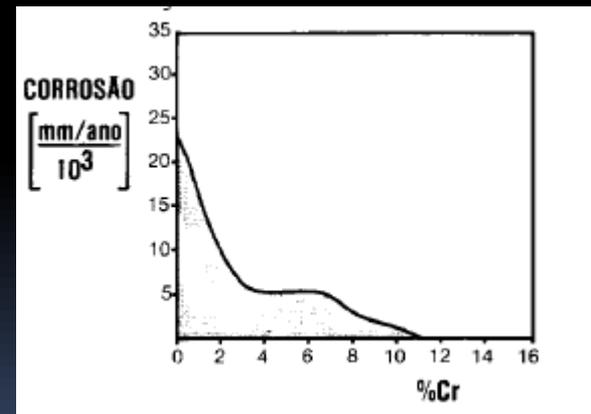
- Histórico

Durante observações metalográficas

- Inglaterra (13% Cr) AISI 420 (martensítico)
  - Alemanha( + 8% Ni) AISI 302 (austenítico)
- 

# Introdução

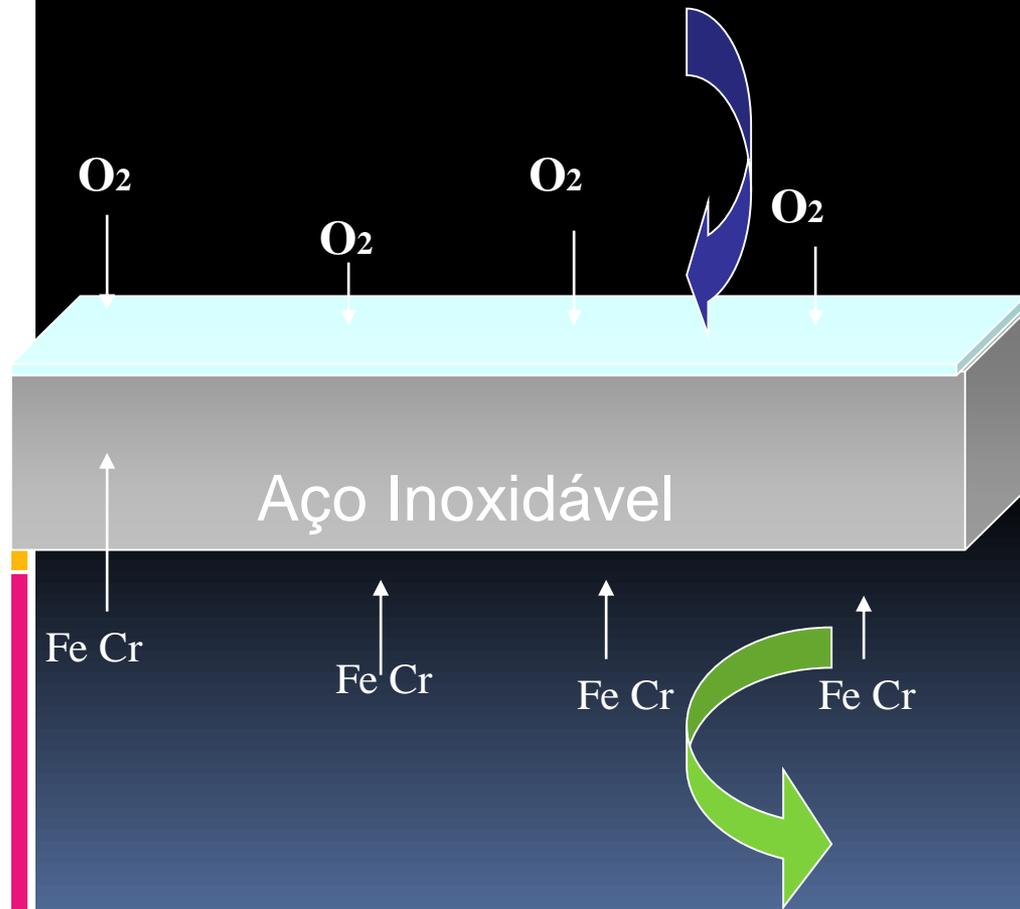
- Os aços inoxidáveis são aços que resistem à oxidação e corrosão, motivados pela ação de agentes atmosféricos e dos agentes químicos
- Para isto, possuem um elevado teor de cromo em sua composição (acima de 12%)
- O cromo tem a propriedade de formar, na presença de oxigênio um filme de óxido com excepcional resistência aos ataques de agentes químicos



# Introdução

- A formação deste filme se dá pela absorção de gás oxigênio por átomos de cromo na camada superficial e é mantida na superfície por forças atômicas, sendo, por isto, bastante estável
- Nesta situação o aço adquire um estado passivo

# Filme de óxido



- O filme de óxido formado é invisível, contínuo e sua espessura é inferior a dois centésimos de micron
- Tanto a espessura do filme como seu teor de cromo aumentam à medida que se melhora o polimento superficial, portanto deve se formar sobre uma superfície metálica limpa
- Se o filme for rompido, instantaneamente se restaura se o aço estiver em meio oxidante

# Corrosão

- A corrosão pode ser definida como a deterioração de um material, geralmente metálico, por ação química ou eletroquímica do meio ambiente aliada ou não a esforços mecânicos
- Para os materiais metálicos o processo de corrosão envolve normalmente uma transferência de elétrons
- Os átomos metálicos perdem ou cedem elétrons(oxidação)



# Corrosão

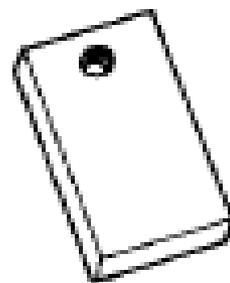
- A corrosão dos metais resulta da ação do oxigênio sobre os metais com ou sem intervenção do calor
- Sem ação do calor a película de óxido formada impede o contato do oxigênio com o metal impedindo o processo
- Entretanto ao se aumentar a temperatura o processo de oxidação se intensifica e os átomos de oxigênio passam pela película de óxido e atacam o metal
- Em certas condições há também o desprendimento da película deixando o metal exposto ao oxigênio

# Corrosão Uniforme

- É o tipo mais comum de corrosão e se caracteriza por se apresentar sobre toda a superfície da peça
- A formação de ferrugem no aço pode ser considerada como corrosão uniforme
- No processo de ferrugem há a oxidação do ferro, formando hidróxido de ferro  $[\text{Fe}(\text{OH})_2]$  que posteriormente se oxida formando hidrato de óxido férrico



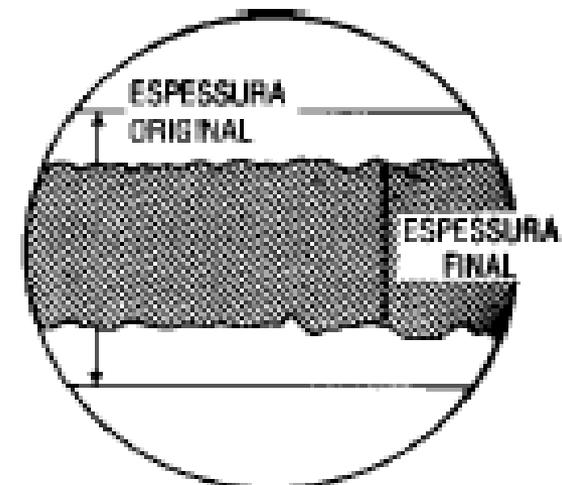
Nos aços inoxidáveis o filme de óxido protege o material impedindo a formação de ferrugem com exceção em meios muito agressivos como água do mar



CONDIÇÃO INICIAL



APÓS CORROSÃO

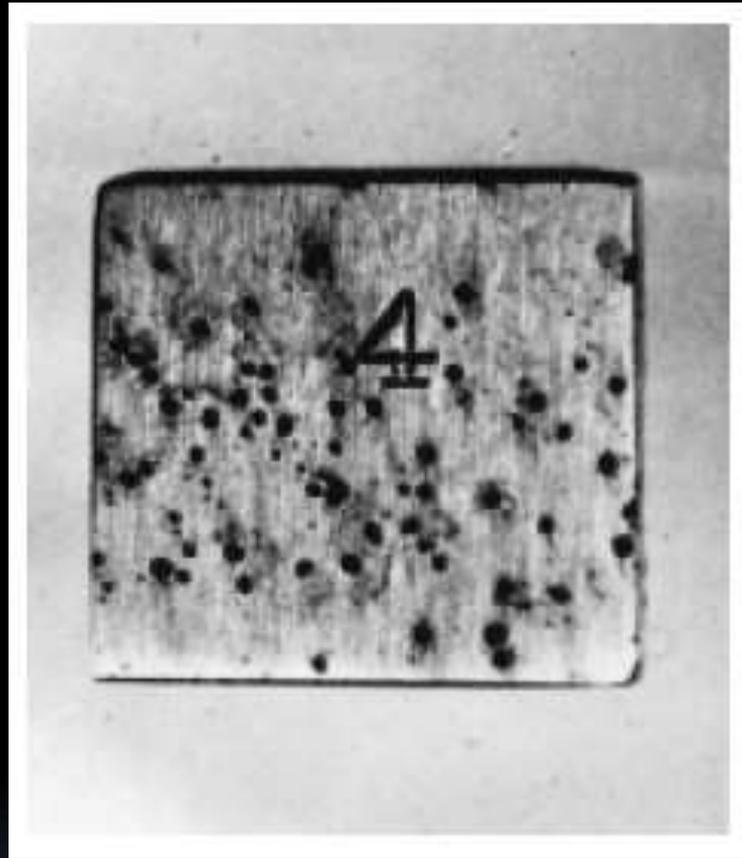


VISTA MICROGRÁFICA ESQUEMÁTICA

# Corrosão por Pite

- Esse tipo de corrosão não se apresenta com um aspecto homogêneo sobre toda a superfície, mas concentrado em pequenas áreas
- Isto ocorre devido ao rompimento da película de óxido por um agente agressor em pequenas zonas
- Neste caso a corrosão se localiza em crateras de pequeno diâmetro e grandes profundidades

# Corrosão por Pite



- A adição de molibdênio aumenta significativamente a resistência à corrosão por pites

# Corrosão por Pite

- A força da gravidade faz com que os pites se direcionem para baixo, com a solução na extremidade do pite cada vez mais concentrada e agressiva fazendo com que o processo de corrosão se intensifique na extremidade e o pite aumente



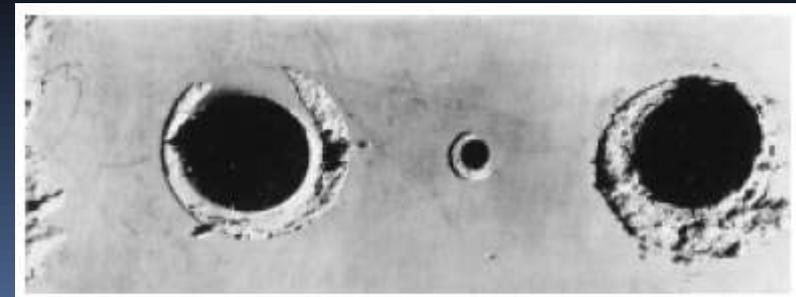
Corrosão por pite em aço Inox

# Corrosão em Frestas

- Ocorre em fendas , pontos de contato entre materiais iguais ou diferentes e sob depósitos de sujeira ou de produtos de corrosão onde a solução se torna estagnada e há presença insuficiente de oxigênio para formação da camada passiva
- A fenda deve ser ampla o suficiente para que a solução penetre, porém estreita o suficiente para que haja estagnação do fluido



Corrosão por fresta em rosca



# Corrosão em Frestas

- Após o oxigênio ter se exaurido na região que está localizada no interior da fresta, a oxidação do metal ocorre



# Corrosão Galvânica

- A corrosão galvânica ocorre quando dois metais ou ligas de composições diferentes são acoplados eletricamente e expostos a um eletrólito
- O metal menos nobre, ou mais reativo irá experimentar a corrosão e o metal mais inerte vai ser protegido contra a corrosão

# Corrosão Galvânica

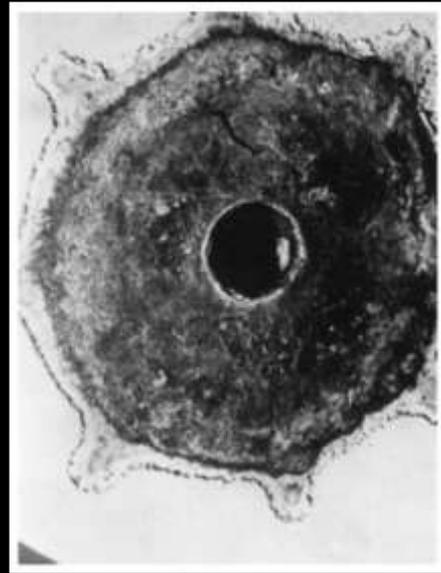
**Table 16.2** The Galvanic Series

	Platinum
	Gold
	Graphite
	Titanium
	Silver
	[316 Stainless steel (passive)
	[304 Stainless steel (passive)
	[Inconel (80Ni-13Cr-7Fe) (passive)
	[Nickel (passive)
	[Monel (70Ni-30Cu)
	Copper-nickel alloys
	Bronzes (Cu-Sn alloys)
	Copper
	[Brasses (Cu-Zn alloys)
	[Inconel (active)
	[Nickel (active)
	Tin
	Lead
	[316 Stainless steel (active)
	[304 Stainless steel (active)
	[Cast iron
	[Iron and steel
	Aluminum alloys
	Cadmium
	Commercially pure aluminum
	Zinc
	Magnesium and magnesium alloys

↑  
Increasingly inert (cathodic)

↓  
Increasingly active (anodic)

Source: M. G. Fontana, *Corrosion Engineering*, 3rd edition. Copyright 1986 by McGraw-Hill Book Company. Reprinted with permission.

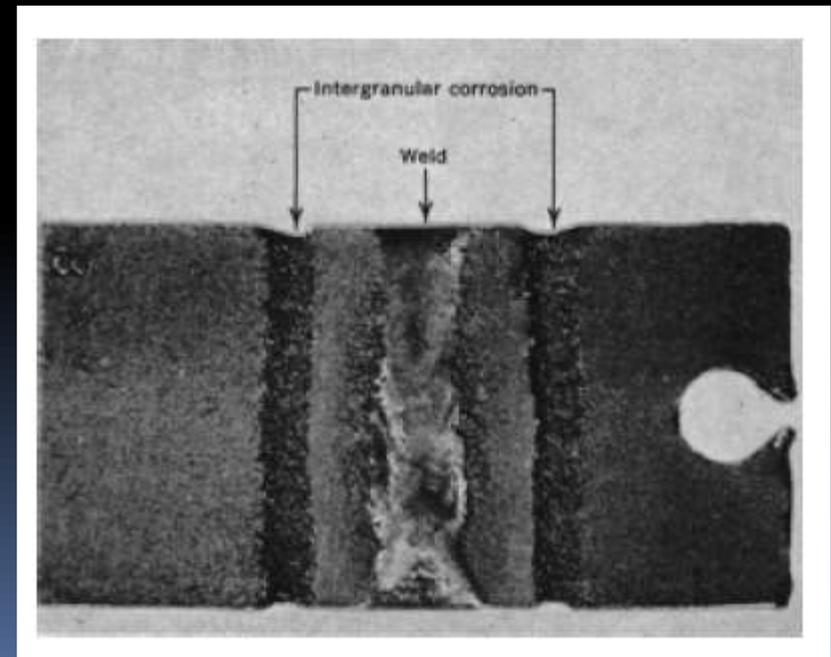
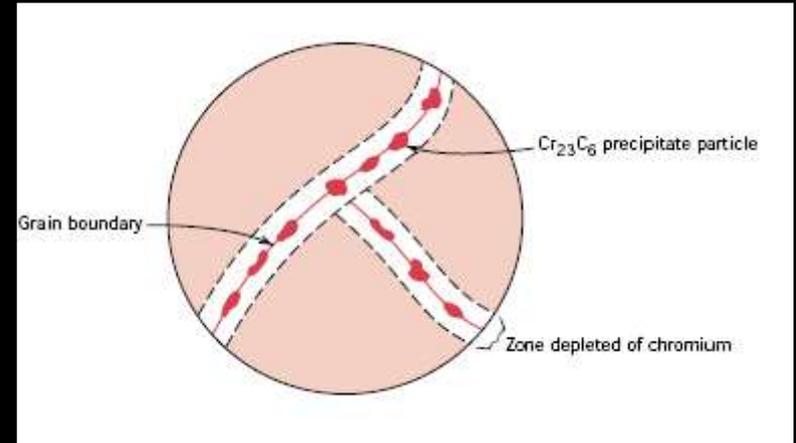


# Corrosão Galvânica

- A série galvânica indica as reatividades relativas de uma variedade de metais e ligas
- Quando dois metais são acoplados em um eletrólito aquela que estiver mais abaixo na série galvânica sofrerá corrosão
- Em certos eletrólitos o aço inoxidável pode ter a película passiva quebrada levando-o do estado passivo para um estado ativo

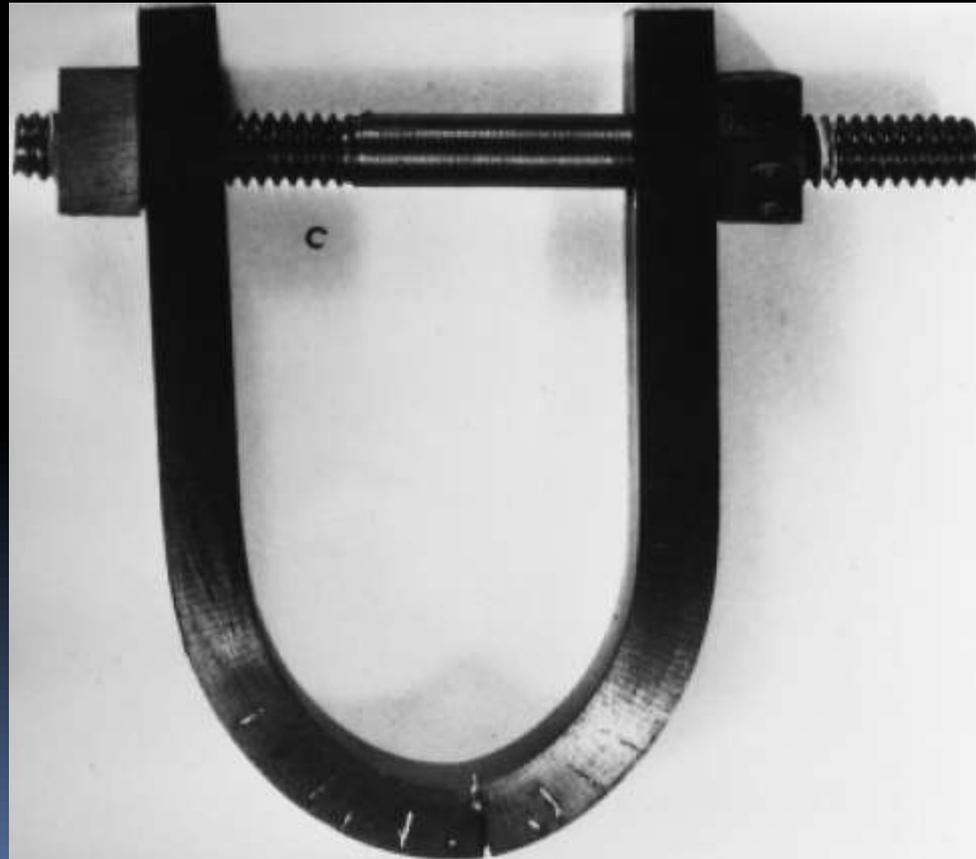
# Corrosão Intergranular

- Ocorre preferencialmente ao longo dos contornos de grãos para algumas ligas e em ambientes específicos
- O resultado é que uma amostra se desintegra ao longo dos seus contornos de grãos
- A composição química e o tratamento térmico são fatores bastante importantes para esse tipo de corrosão
- Sensitização



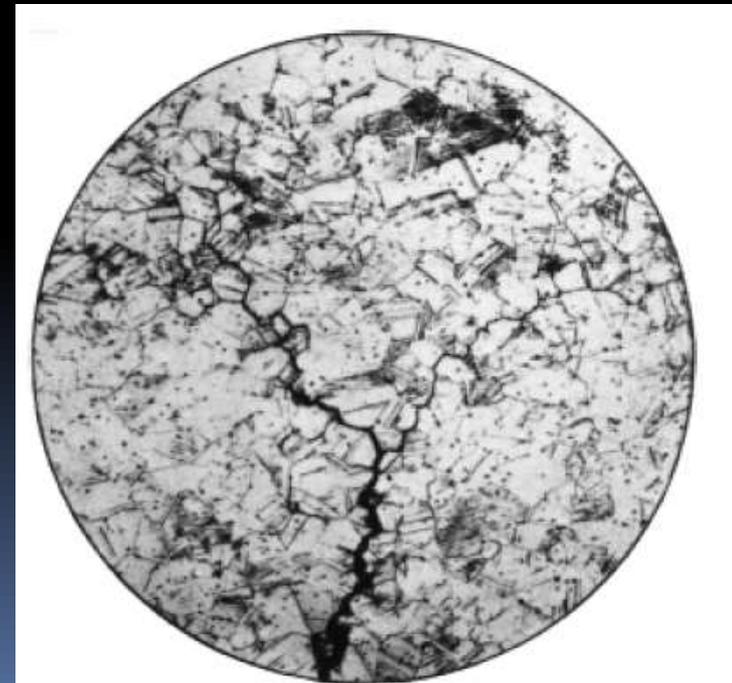
# Corrosão sob tensão

- Pode aparecer em quase todos os tipos de aços. Está ligada à existência conjunta de eletrólitos e tensões mecânicas e podem avançar para o interior do metal
- Pequenas trincas se formam e então se propagam em uma direção perpendicular à tensão, com o resultado de que por fim uma falha pode ocorrer
- O comportamento da falha é característico do apresentado por uma material frágil



# Corrosão sob tensão

- A maioria das ligas é suscetível à corrosão sob ambientes específicos
- Por exemplo, o latão é vulnerável quando exposto à amônia (fotomicrografia) enquanto que maioria dos aços inoxidáveis sofrem corrosão sob tensão em soluções que contém íons cloreto
- Entre os aços inoxidáveis os austeníticos são os que apresentam maior sensibilidade à corrosão sob tensão, surgindo principalmente nas zonas onde há deformação plástica



# Influencia dos elementos de liga

- **Cromo:** elemento de maior influência na resistência à corrosão, pois é ele que forma a película de óxido que protege o metal. Utilizado na faixa de 12% a 30%
- **Níquel:** melhora a resistência à corrosão, melhora as propriedades mecânicas como ductilidade e soldabilidade. utilizado de 6% a 7%
- **Carbono:** diminui ligeiramente a corrosão quando no estado dissolvido, pode causar completa desintegração quando precipitados na forma de carbonetos em contornos de grãos (sensitização)
- **Molibdênio:** aumenta a passividade e a resistência à corrosão localizada
- **Titânio e nióbio:** evita o empobrecimento de cromo, evitando assim a sensitização
- **Silício:** melhora a resistência à oxidação em altas temperaturas

# Tipos de aços inoxidáveis

- Basicamente, os aços inoxidáveis podem ser divididos em:
  - ✓ Ferríticos: Liga Fe-Cr
  - ✓ Martensíticos: Liga Fe-Cr-C
  - ✓ Austeníticos: Liga Fe-Ni-Cr
- Existem ainda os aços que possuem duas fases, denominados Aços Duplex
- O carbono desempenha papel importante pois localiza um aço de alto cromo em ferrítico ou martensítico

# Tipos de aços inoxidáveis

É ne  
eler  
aus  
Por  
gan  
ten  
adic  
form

=(Cr

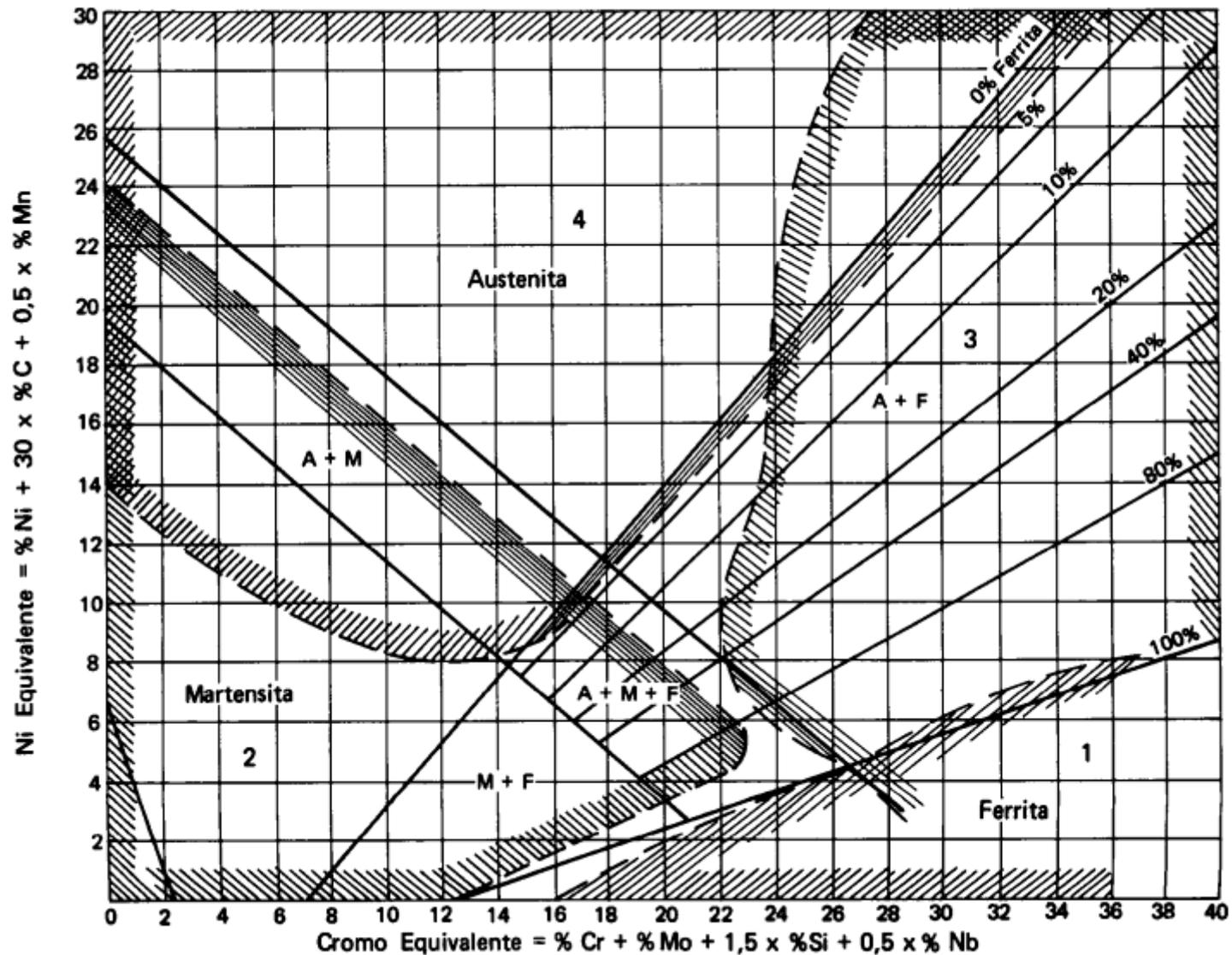


Fig. 6.28 – Diagrama de Schäffler

# Aços inoxidáveis Ferríticos

- São ligas de alto cromo (12 a 30%) e baixo carbono (abaixo de 0,2%) e estrutura ferrítica em todas as temperaturas inferiores ao ponto de fusão
- Não endurecem significativamente por tratamento térmico
- São relativamente baratos porque não contém níquel
- Boa resistência ao calor e corrosão
- Como o carbono é baixo, a austenita não se forma a altas temperaturas, portanto após têmpera tem-se ferrita e não martensita

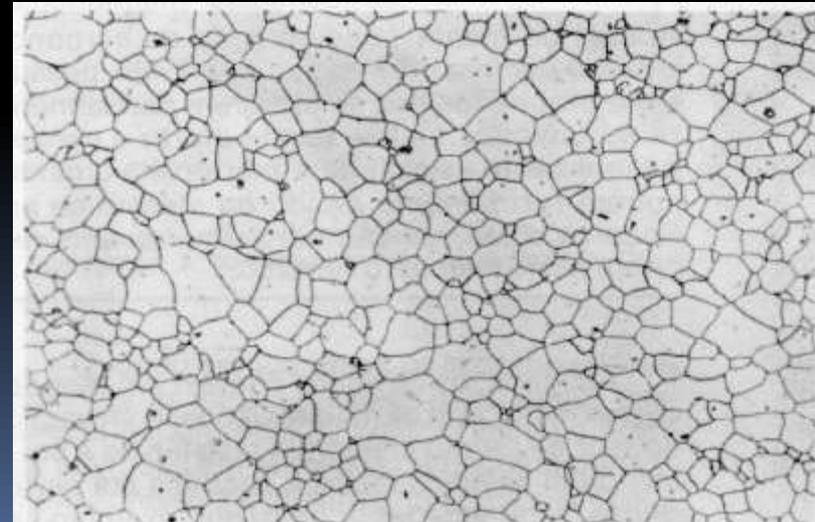
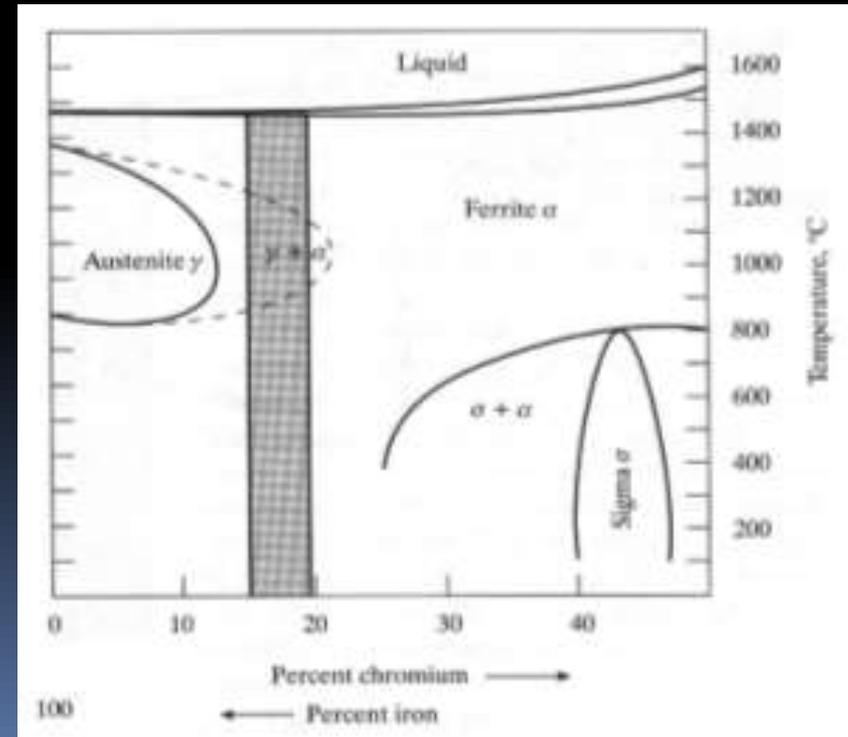


Figura 5 - Aço Inoxidável ferrítico ABNT 409  
- Microestrutura típica.

# Aços inoxidáveis Ferríticos

- Um inconveniente dos aços inoxidáveis ferríticos é a presença da fase  $\sigma$  para teores de Cr mais elevados. Se observarmos o diagrama Fe-Cr podemos notar que a fase  $\sigma$ , excepcionalmente dura e frágil aparece para teores de 42% a 48% de Cr
- A desvantagem da presença da fase  $\sigma$  reside no fato que afeta as propriedades mecânicas, reduzindo a ductilidade e tenacidade
- **É possível dissolvê-la através de aquecimento acima de 900° C e resfriamento rápido**



# Composição Química

Composição química, % máxima

Tipo de aço ABNT	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Outros
409	0.08	1.00	1.00	0.045	0.045	10.50 11.75		Ti $\geq$ 6xC Ti 0.75 máx
429	0.12	1.00	1.00	0.040	0.030	14.00 16.00		
430	0.12	1.00	1.00	0.040	0.030	16.00 18.00		
430F	0.12	1.25	1.00	0.060	0.15 min	16.00 18.00	0.60 (A)	
430FSe	0.12	1.25	1.00	0.060	0.060	16.00 18.00		Se 0.15 min
434	0.12	1.00	1.00	0.040	0.030	16.00 18.00		
436	0.12	1.00	1.00	0.040	0.030	16.00 18.00	0.75 1.25	Nb+Ta $\geq$ 5xC 0.70 máx
442	0.20	1.00	1.00	0.040	0.030	13.00 23.00	0.75 1.25	
446	0.20	1.50	1.00	0.040	0.030	23.00		N

# Propriedades

**430 (17Cr, 0.012C) Recozido LRT 517MPa LE  
345 MPa AI 25%**

**Uso geral em que não requer endurecimento. Capotas de automóvel, equipamentos para restaurantes.**

**446(25Cr, 0.20C) Recozido LRT 552MPa LE 345  
MPa AI 20%**

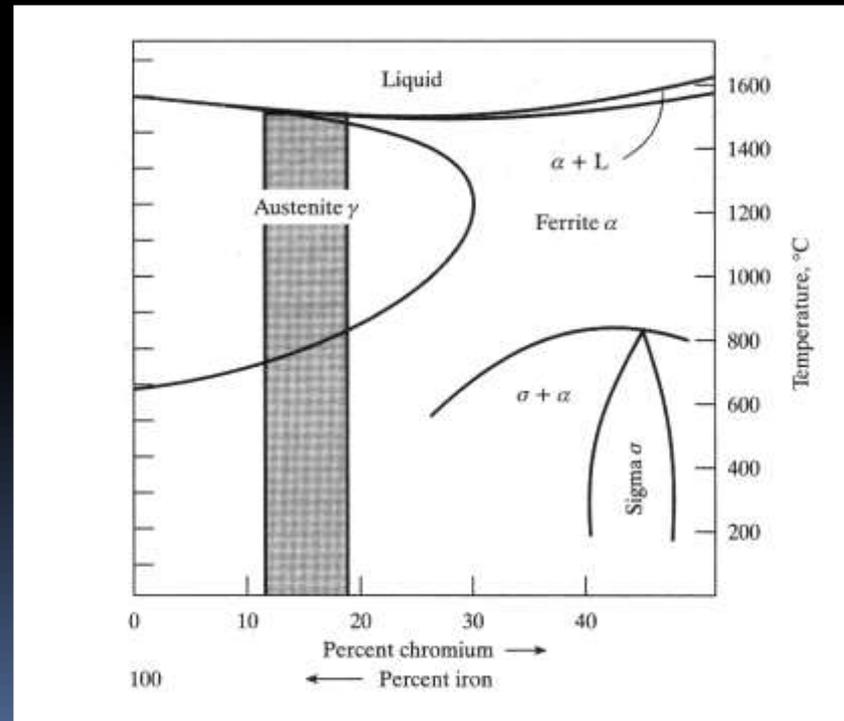
**Aplicações a alta temperatura, aquecedores, câmaras de combustão.**

# Aços inoxidáveis Martensíticos

- Neste grupo, a faixa de cromo é de 11,5 a 18% de cromo. O teor de carbono varia de 0,2 a 1,2 % de carbono. Essas composições, durante o aquecimento interceptam o campo austenítico

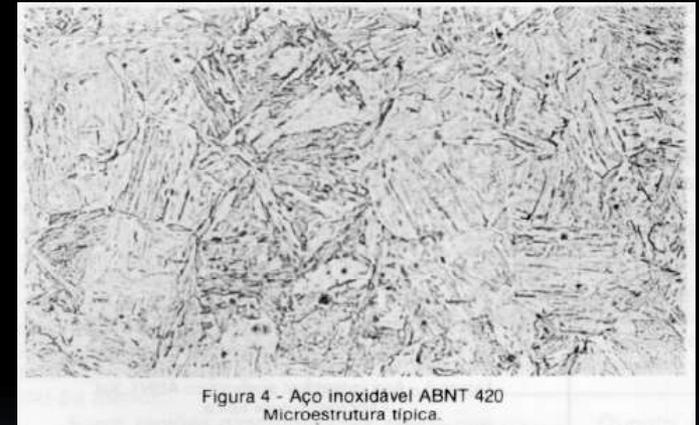
- **São temperáveis e na condição temperado e revenido apresentam elevadas propriedades mecânicas**

Entre as principais aplicações incluem-se cutelaria, instrumentos cirúrgicos, peças para válvulas e bombas, peças para turbinas a vapor



# AÇOS INOXIDÁVEIS MARTENSÍTICOS

- **O revenido, nos aços inoxidáveis martensíticos, é essencial para recuperar a tenacidade após a têmpera**
- **Deve-se controlar a temperatura do revenido rigorosamente pois aquecimentos na faixa de 450 a 550 ° C tem efeito negativo sobre a tenacidade e a resistência à corrosão**
- **No revenido, a precipitação de carbonetos, que ocorre a partir da martensita supersaturada de C, diminui em muito o teor de Cr na solução. Isto porque esses carbonetos precipitados são ricos em cromo e o aço perde em resistência à corrosão**



# Composição Química

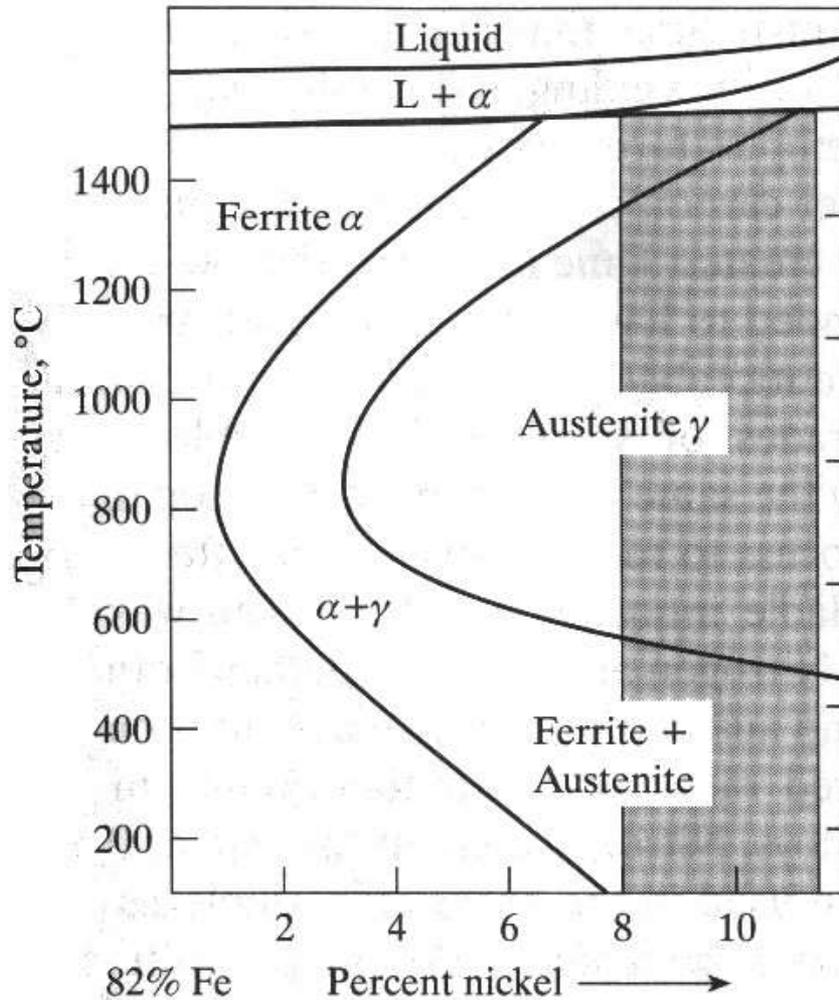
Composição química, % máxima								
Tipo de aço ABNT	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Outros
403	0,15	1,00	0,50	0,040	0,030	11,50 13,00		
405	0,08	1,00	1,00	0,040	0,030	11,50 14,50		Al 0,10/0,30
410	0,15	1,00	1,00	0,040	0,030	11,50 13,50		
414	0,15	1,00	1,00	0,040	0,030	11,50 13,50		Ni 1,25/2,50
416	0,15	1,25	1,00	0,060	0,15 min.	12,00 14,00	0,60 (A)	
416Se	0,15	1,25	1,00	0,060	0,060	12,00 14,00		Se 0,15 min.
420(B)	0,15 min	1,00	1,00	0,040	0,030	12,00 14,00		
420F	0,15 min	1,25	1,00	0,060	0,15 min.	12,00 14,00	0,60 (A)	
422	0,20 0,25	1,00	0,75	0,025	0,025	11,00 13,00	0,75 1,25	Ni 0,50/1,00 V 0,15/0,30 W 0,75/1,25
431	0,20	1,00	1,00	0,040	0,030	15,00 17,00		Ni 1,25/2,50
440 A	0,60 0,75	1,00	1,00	0,040	0,030	16,00 18,00	0,75	
440 B	0,75 0,95	1,00	1,00	0,040	0,030	16,00 18,00	0,75	
440 C	0,95 1,20	1,00	1,00	0,040	0,030	16,00 18,00	0,75	
501	0,10 min	1,00	1,00	0,040	0,030	4,00 6,00	0,40 0,65	
502	0,10	1,00	1,00	0,040	0,030	4,00	0,40	

# Propriedades Mecânicas

Designação da liga	Comp. Química		Tração (MPa)	Escoamento (MPa)	Alongamento (%)	Aplicações típicas
410	12,5Cr; 0,15C	Recozido	517	276	30	Uso geral para Tratamento térmico; órgãos de máquinas, veios de bombas, válvulas.
		T & R				
440A	17Cr; 0,7C	Recozido	724	414	20	Cutelaria, rolamentos, instrumentos cirúrgicos.
		T & R	1828	1690	5	
440C	17Cr; 1,1C	Recozido	759	276	13	Esferas, rolamentos, pistas, componentes de válvulas.
		T & R	1966	1897	2	

# Aços in

- São aços com normalmen C com elev
- O element na faixa de forma à ele resfriament



82% Fe  
18% Cr  
0% C  
0% Ni

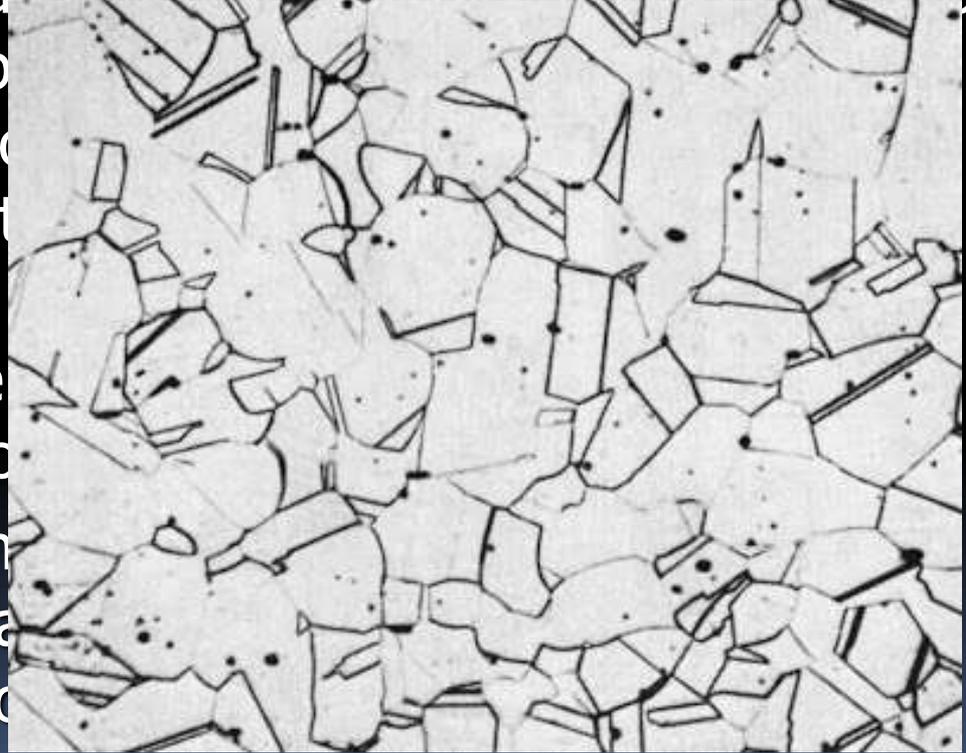
# LCOS

8% de C)  
a 0,25% de  
OS  
e aparece  
que se  
no

- Não são térmico e
- Apresent ductilidade por conformação)

# Aços Inoxidáveis Austeníticos

- São conhecidos pela sua excelente resistência à corrosão em muitos meios agressivos. Dos três grupos são os que apresentam melhor resistência à corrosão
- Outros elementos de liga como molibdênio, titânio e nióbio podem ser adicionados para melhorar a resistência à corrosão e minimizar a corrosão por estabilização de carbonetos
- O aumento de dureza é obtido por encruamento
- Eles combinam baixo limite de escoamento com alta resistência à tração e bom alongamento



# Composição Química

Composição química, % máxima

Tipo de aço ABNT	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Outros
201	0,15	5,50 7,50	1,00	0,060	0,030	16,00 18,00	3,50 5,50	N 0,25
202	0,15	7,50 10,00	1,00	0,060	0,030	17,00 19,00	4,00 6,00	N 0,25
205	0,12 0,25	14,00 15,50	1,00	0,060	0,030	16,50 18,00	1,00 1,75	N 0,32/0,40
301	0,15	2,00	1,00	0,045	0,030	16,00 18,00	6,00 8,00	
302	0,15	2,00	1,00	0,045	0,030	17,00 19,00	.8,00 10,00	
302 B	0,15	2,00	2,00 3,00	0,045	0,030	17,00 19,00	8,00 10,00	
303	0,15	2,00	1,00	0,20	0,15 mín.	17,00 19,00	5,00 10,00	M0 (A) 0,60
303 Se	0,15	2,00	1,00	0,20	0,060	17,00 19,00	8,00 10,00	Se 0,15 mín.
304	0,08	2,00	1,00	0,045	0,030	18,00 20,00	8,00 10,50	
304 L	0,030	2,00	1,00	0,045	0,030	18,00 20,00	8,00 12,00	
304 N	0,08	2,00	1,00	0,045	0,030	18,00 20,00	8,00 10,50	N 0,10/0,16

Tipo de aço ABNT	Composição química, % máxima							
	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Outros
3095	0,08	2,00	1,00	0,045	0,030	22,00 24,00	12,00 15,00	
310	0,25	2,00	1,50	0,045	0,030	24,00 26,00	19,00 22,00	
3105	0,08	2,00	1,50	0,045	0,030	24,00 26,00	19,00 22,00	
314	0,25	2,00	1,50 3,00	0,045	0,030	23,00 26,00	19,00 22,00	
<b>316</b>	<b>0,08</b>	<b>2,00</b>	<b>1,00</b>	<b>0,045</b>	<b>0,030</b>	<b>16,00</b> <b>18,00</b>	<b>10,00</b> <b>14,00</b>	<b>M0</b> <b>2,00/3,00</b>
<b>316 L</b>	<b>0,030</b>	<b>2,00</b>	<b>1,00</b>	<b>0,045</b>	<b>0,030</b>	<b>16,00</b> <b>18,00</b>	<b>10,00</b> <b>14,00</b>	<b>M0</b> <b>2,00/3,00</b>
316 F	0,08	2,00	1,00	0,20	0,10 min,	16,00 18,00	10,00 14,00	M0 1,75/2,50
316 N	0,08	2,00	1,00	0,045	0,030	16,00 18,00	10,00 14,00	M0 2,00/3,00 N 0,10/0,16
317	0,08	2,00	1,00	0,045	0,030	18,00 20,00	11,00 15,00	M0 3,00/4,00
317 L	0,030	2,00	1,00	0,045	0,030	18,00 20,00	11,00 15,00	M0 3,00/4,00
321	0,08	2,00	1,00	0,045	0,030	17,00 19,00	9,00 12,00	Ti $\geq$ 5 x C
329	0,10	2,00	1,00	0,040	0,030	25,00 30,00	3,00 6,00	M0 1,00/2,00
330	0,08	2,00	0,75 1,50	0,040	0,030	17,00 20,00	34,00 37,00	
347	0,08	2,00	1,00	0,045	0,030	17,00 19,00	9,00 13,00	Nb + Ta $\geq$ 10 x C
348	0,08	2,00	1,00	0,045	0,030	17,00 19,00	9,00 13,00	Nb + Ta $\geq$ 10 x C Ta 0,10 máx. I C0 0,20 máx.
384	0,08	2,00	1,00	0,045	0,030	15,00 17,00	17,00 19,00	

# Propriedades Mecânicas

	<b>Comp. Química</b>		<b>Tração (MPa)</b>	<b>Escoamento (MPa)</b>	<b>Alongamento (%)</b>	<b>Aplicações típicas</b>
301	17Cr; 7Ni	Recozido	759	276	60	Liga de elevada taxa de encruamento; aplicações estruturais
304	19Cr; 10Ni	Recozido	580	290	55	Equipamento de processamento químico e de alimentos.
304L	19Cr; 10Ni; 0,03C	Recozido	559	269	55	Baixo carbono para soldadura; reservatórios químicos
321	18Cr; 10Ni; Ti = 5x %Cmin.	Recozido	621	241	45	Estabilizado para soldadura; equipamento de processamento
347	18Cr; 10Ni; Cb (Nb) = 10x Cmin.	Recozido	655	276	45	Estabilizado para soldadura; reservatórios de transporte de produtos químicos.

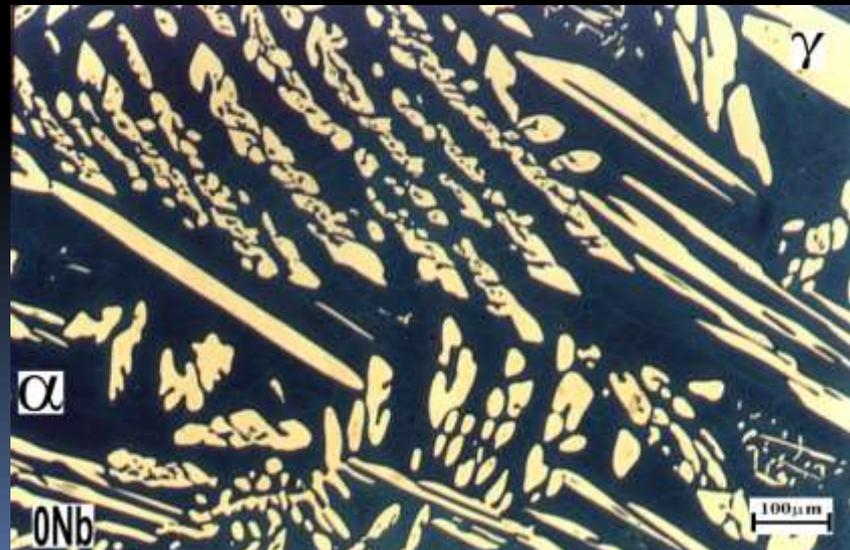
Re

Os aços inoxidáveis austeníticos são os mais resistentes à corrosão em meios ambientes de atmosfera industrial e meios ácidos. Os aços inoxidáveis martensíticos são os mais suscetíveis à corrosão e só são utilizados em condições ambientais não severas.

ABNT TIPO (TP)	Atmosfera branda e água fresca	Atmosfera industrial	Atmosfera Marinha	Água Salina	Química branda	Química oxidante	Química redutora
301	X	X	X		X	X	
302	X	X	X		X	X	
302L	X	X	X		X	X	
303	X	X	X		X	X	
304	X	X	X		X	X	
304L	X	X	X		X	X	
305	X	X	X		X	X	
309	X	X	X		X	X	
309L	X	X	X		X	X	
314	X	X	X		X	X	
316	X	X	X	X	X	X	X
316L	X	X	X	X	X	X	X
317	X	X	X	X	X	X	X
321	X	X	X		X	X	
347	X	X	X		X	X	
405	X				X		
409	X				X		
415	X				X		
430	X	X			X	X	
440A	X				X		
440C	X				X	X	
442	X	X			X	X	
446	X	X	X		X	X	

# Aços inoxidáveis Duplex

- São ligas bifásicas baseadas no sistema Fe-Cr-Ni.
- Estes aços possuem, aproximadamente, a mesma proporção das fases ferrita e austenita e são caracterizados pelo seu baixo teor de carbono ( $<0,03\%$ ) e por adições de molibdênio, nitrogênio, tungstênio e cobre.
- Os teores típicos de cromo e níquel variam entre 20 e 30% e 5 e 8%, respectivamente.



# Composição Química

TABELA 2 – Composição química de alguns aços inoxidáveis duplex de maior utilização em peças fundidas (em % peso).

Material	C max	Si max	Mn Max	P max	S max	Cr	Cu	Mo	N	Ni
ASTM A 890 Gr										
3 A	0,06	1,0	1,0	0,04	0,040	24,0 27,0	...	1,75 2,50	0,15 0,25	4,00 6,00
4 A	0,03	1,0	1,5	0,04	0,020	21,0 23,5	1,0 máx.	2,5 3,5	0,10 0,30	4,5 6,5
5 A	0,03	1,0	1,5	0,04	0,040	24,0 26,0	...	4,0 5,0	0,10 0,30	6,0 8,0
SEW 410 W. Nr.										
1.4463	0,07	1,5	1,5	0,045	0,030	23,0 25,0	...	2,0 2,5	...	7,0 8,5
1.4468	0,03	1,0	2,0	0,030	0,020	24,5 26,5	...	2,5 3,5	0,12 0,25	5,5 7,0
1.4515	0,03	1,0	2,0	0,030	0,020	24,5 26,5	0,80 1,30	2,5 3,5	0,12 0,25	5,5 7,0
1.4517	0,03	1,0	2,0	0,030	0,020	24,5 26,5	2,75 3,50	2,5 3,5	0,12 0,25	5,0 7,0

# PROPRIEDADES

A vantagem dos aços duplex sobre os austeníticos da série 300 e sobre os ferríticos, são a resistência mecânica (aproximadamente o dobro), maiores tenacidade e ductilidade (em relação aos ferríticos) e uma maior resistência a corrosão por cloretos

## Resistente à Corrosão

- por pite e fresta
- intercristalina
- sob tensão induzida por cloretos

## • Fabricação

- boa fundibilidade
- excelente soldabilidade
- média usinabilidade

# Aplicações

Esse material é muito usado em ambientes que exigem alta resistência à corrosão, como centrífugas para produção de sabonetes em indústrias químicas e bombas hidráulicas que trabalham na indústria petrolífera e de mineração, em contato com meios lamacentos

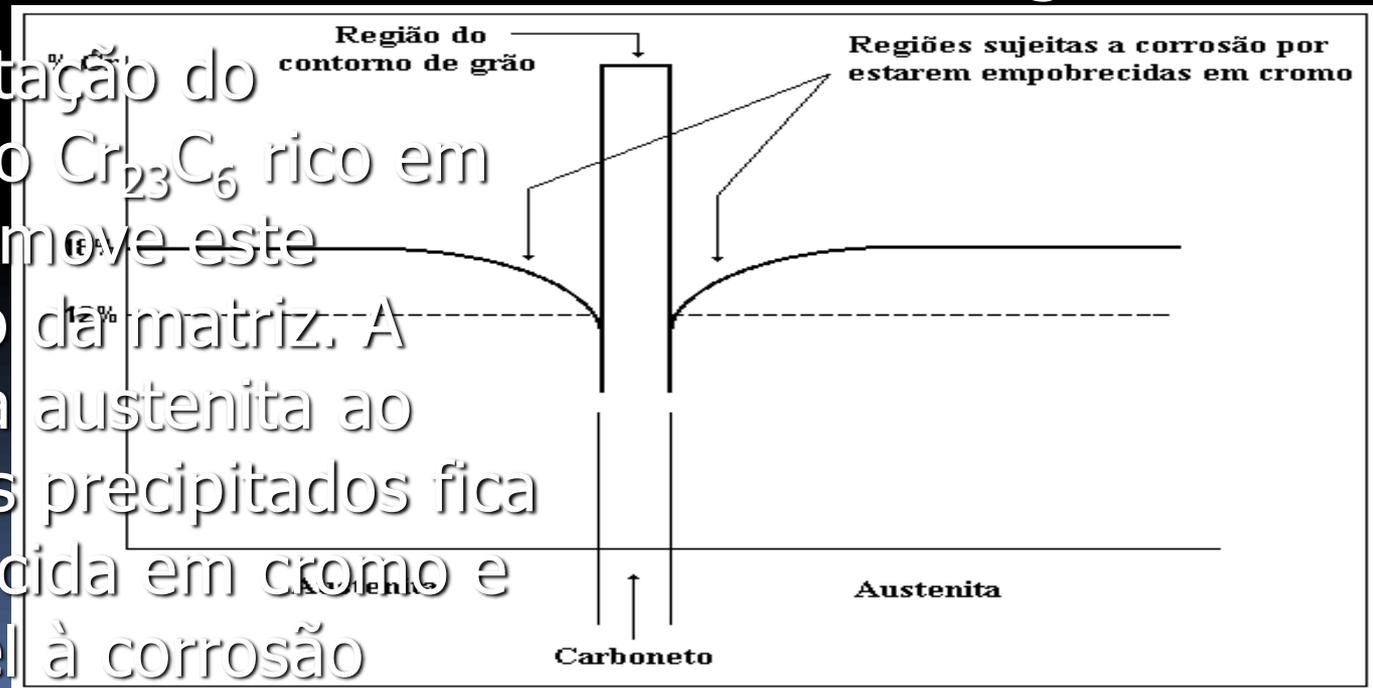


# Aços Inoxidáveis -

## Sensitização

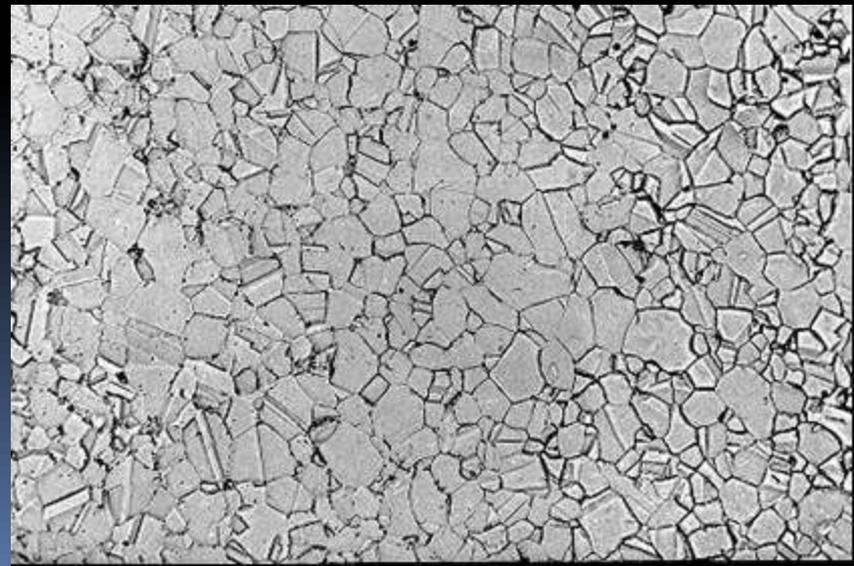
- Os contornos de grãos são regiões de mais alta energia e por isso, sítios de precipitação de segundas fases
- Quando aços inoxidáveis austeníticos (304 ou 316) são aquecidos na faixa de 425°C a 815°C ou resfriados lentamente nessa temperatura pode ocorrer precipitação de carbonetos de cromo nos contornos de grãos

- A precipitação do carboneto  $\text{Cr}_{23}\text{C}_6$  rico em cromo remove este elemento da matriz. A região da austenita ao redor dos precipitados fica empobrecida em cromo e suscetível à corrosão



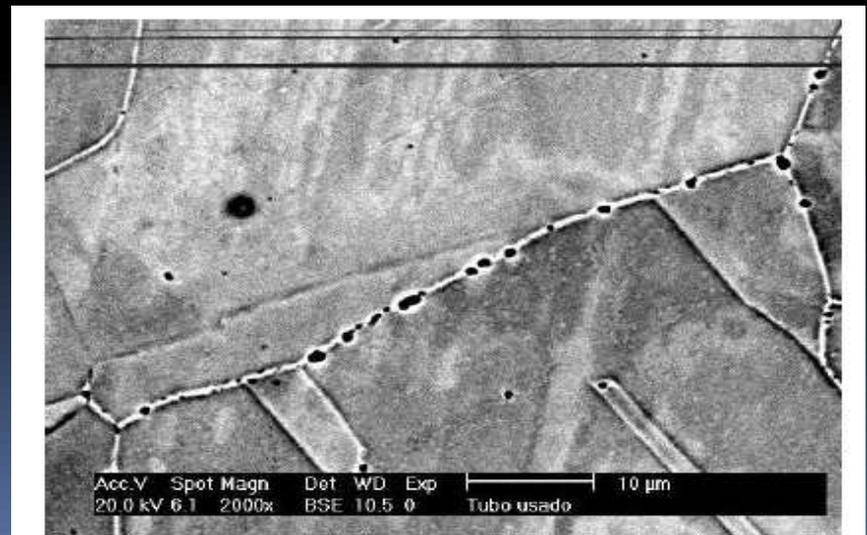
# Aços inoxidáveis - Sensitização

- A sensitização nos aços inoxidáveis austeníticos pode ocorrer no resfriamento lento após solubilização ou forjamento; alívio de tensões na faixa de precipitação de carbonetos ou na soldagem
- Quando a sensitização ocorre durante a soldagem, permite posteriormente corrosão localizada na zona afetada pelo calor, na faixa que permaneceu por mais tempo na temperatura de sensitização



# Prevenção da Sensitização

- Alguns procedimentos podem ser adotados para prevenir a presença de carbonetos de cromo nos contornos de grãos
  - Dissolução dos carbonetos : pelo aumento da difusão de Cr através de estágio a temperaturas elevadas (1040 a 1150° C) com resfriamento rápido posterior
  - Redução do teor de carbono (ELC) :E(extra) L(low) C (carbon): para valores inferiores a 0,03% e nesta situação há pouco carbono disponível para formar carbonetos de cromo
  - Adição de estabilizadores (Ti,Nb,etc): formam carbonetos desses elementos que tem maior afinidade pelo carbono que o cromo



# Aplicação Especial - Biomateriais

Aço inoxidável austenítico (316 L)

Composição básica : 18% de cromo, 8% níquel, 3% de molibdênio

Baixo teor de carbono (evita a sensitização)

Resistência a corrosão superior em relação aos outros aços mesmo em meio agressivo como o fisiológico ( óxido de cromo e presença de molibdênio )

Biocompatibilidade( película de óxido impede a corrosão e a liberação de detritos metálicos que podem ocasionar reações teciduais)

Material mais utilizado para confecção de dispositivos ortopédicos

# Prótese de Ombro



**Parcial:** Substituição somente do componente umeral  
**Indicação:** fraturas graves, necrose da cabeça umeral



**Total:** Substituição do componente umeral e da cavidade glenóide  
**Indicação:** trauma com lesão da glenóide, artrite e tumores

# Prótese de Quadril

- Total: São substituídos tanto o componente femural como acetabular



- Indicação: processos degenerativos como osteoartrose, processos reumáticos, fraturas

# Prótese de Quadril

- Parcial: Apenas o componente femural é colocado preservando-se o acetábulo do paciente que deve ser obrigatoriamente normal



- Indicação: Fraturas do colo do fêmur em idosos

# Prótese de Joelho



Total: Todos os componentes do joelho são substituídos

Parcial: É substituído apenas um componente do joelho

Aplicação: processos degenerativos