

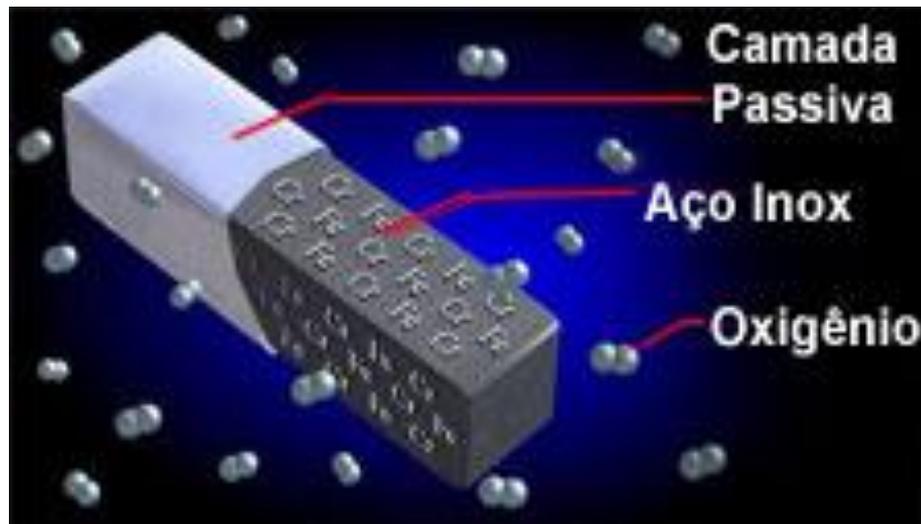
Soldagem do aço Inoxidável

CONCEITOS

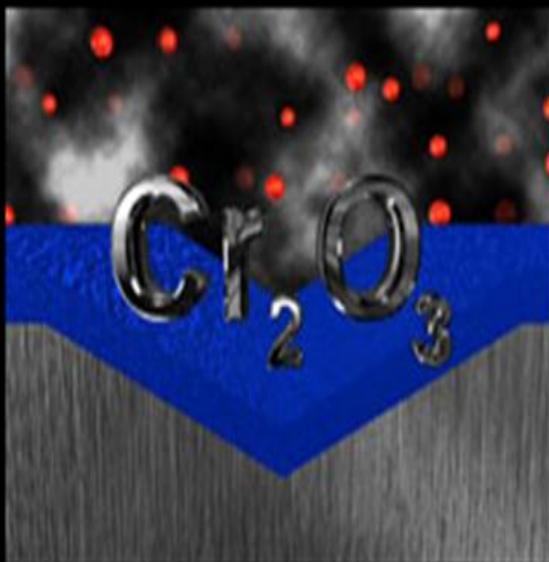
O que é o Aço Inox?

Liga de Ferro e Carbono + Cromo
com o mínimo de cromo = 10,5%

Camada Passiva = Camada invisível formada através do contato entre o cromo e o oxigênio existente no ar atmosférico.



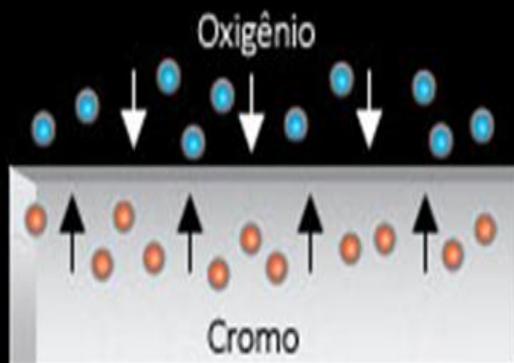
CONCEITOS



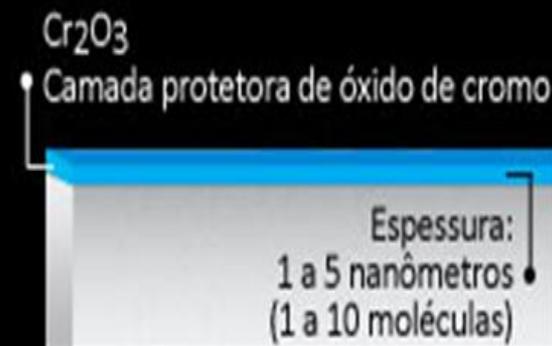
O aço inoxidável apresenta maior resistência à corrosão graças a uma camada passiva, rica em óxido de cromo que se forma na sua superfície. A formação desta camada protetora é chamada passivação.

A passivação ocorre sempre que o cromo contido no aço inoxidável reage com o oxigênio presente no ar. Esta reação química forma uma camada passiva de óxido de cromo, que protege a superfície. Para obter-se uma camada passiva uniforme a superfície deverá estar limpa e isenta de contaminantes.

Início do processo de passivação



Final do processo de passivação



TIPOS DE AÇO INOXIDÁVEL

FERRÍTICO

Série 4XX – Aço típico AISI 430

MARTENSÍTICO

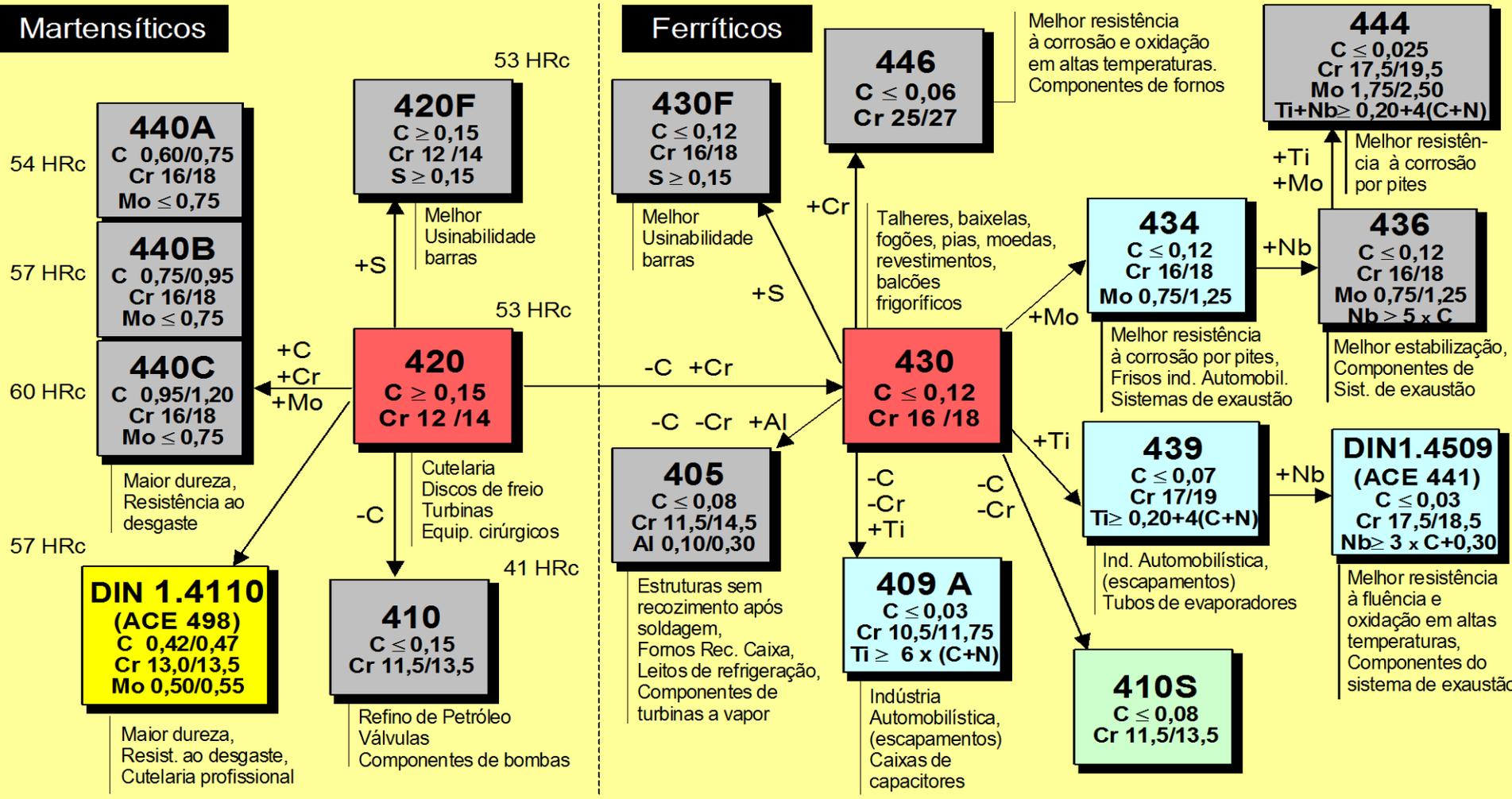
Série 4XX – Aço típico AISI 420

AUSTENÍTICOS

Série 3XX – Aço típico AISI 304 e 316

TIPOS DE AÇO INOXIDÁVEL

AÇOS INOX DA SÉRIE 400



Os sufixos empregados indicam: B - aços com teores de Si entre 2 e 3%; Se - Aços de usinagem fácil, com adição de selênio; S - Aços com baixo teor de C (0,08%); L - aços com baixíssimo teor de C (0,03%) e F - aços para usinagem fácil.

SOLDABILIDADE DOS MATERIAIS

Conceito

O conceito de soldabilidade abrange muitos detalhes. São consideradas, principalmente, as dificuldades encontradas durante a soldagem, bem como o comportamento do material soldado. Materiais que possuem boa soldabilidade asseguram características mecânicas iguais ou até melhores que as do material base, sem a necessidade de providência especiais.

SOLDABILIDADE DOS AÇOS INOXIDÁVEIS

Tipo martensítico

Este tipo de aço gera uma estrutura martensítica dura e frágil, devido ao rápido

ciclo de aquecimento e resfriamento provocado pelos processos usuais de soldagem.

A soldabilidade desse aço exige cuidados especiais uma vez que a martensita

está intimamente ligada a fenômenos de geração de trincas.

Precauções na soldagem

- Pré aquecer entre 200 a 400°C e manter a temperatura de interpasse.
- Manter a temperatura entre 700 a 800°C logo após a soldagem (pós aquecimento).

SOLDABILIDADE DOS AÇOS INOXIDÁVEIS

Tipo ferrítico

Na soldagem, praticamente inexistente o perigo de endurecimento da zona termicamente afetada. Porém, sua resistência e ductilidade podem ser alteradas em função do crescimento exagerado de grãos.

Precauções na soldagem

- Pré aquecer a peça a uma temperatura entre 70 e 100°C para prevenir a ocorrência de trincas a frio.
- Deve ser evitado um pré aquecimento excessivo.

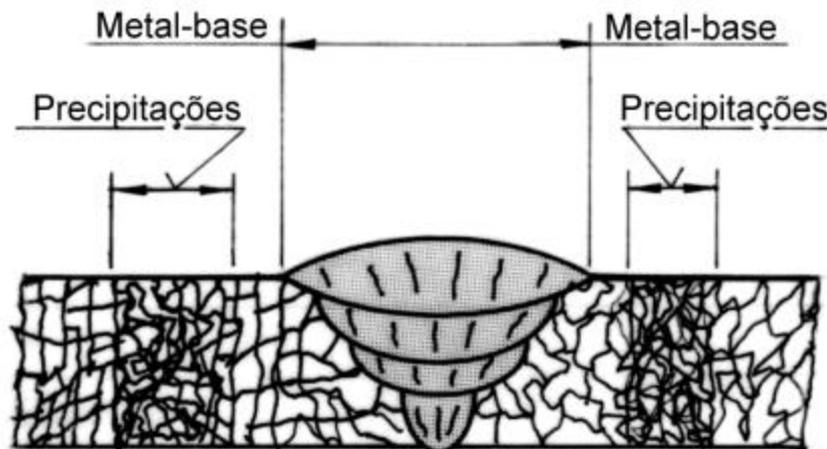
SOLDABILIDADE DOS AÇOS INOXIDÁVEIS

Tipo austenítico

É o tipo que apresenta melhor soldabilidade em comparação aos já mencionados.

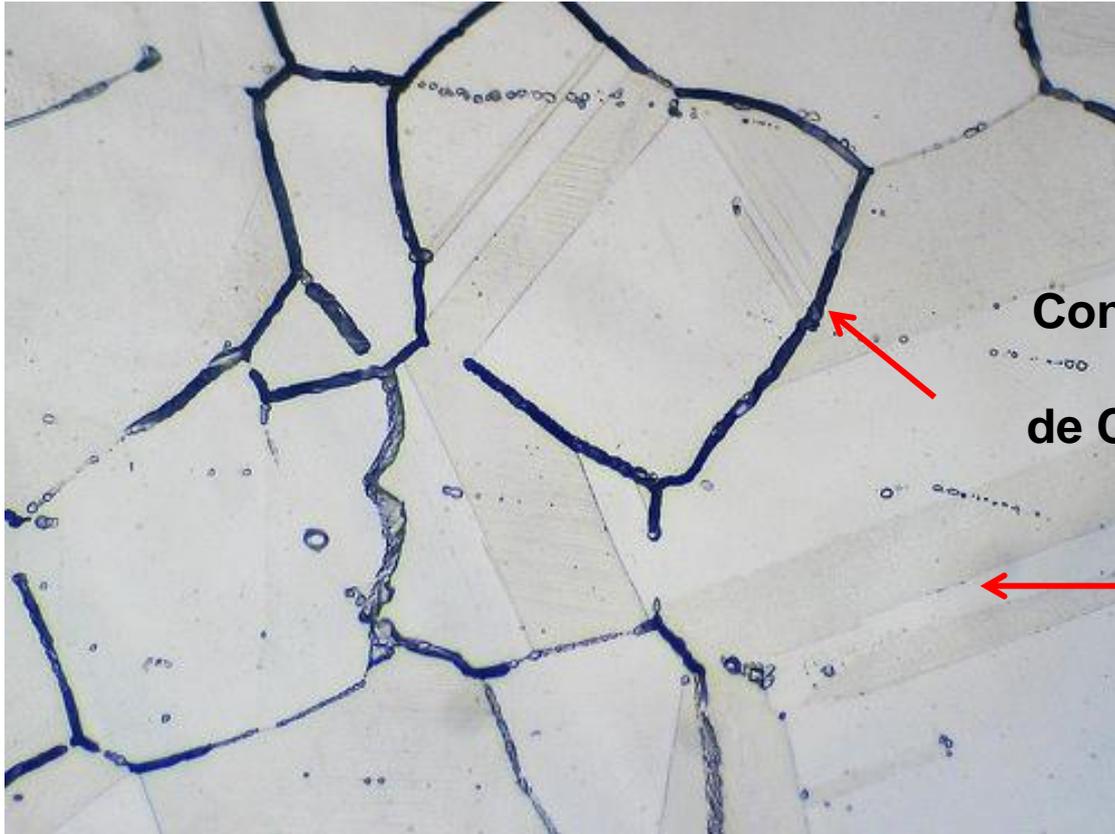
Entretanto, se resfriado lentamente, entre 680 e 480°C após a soldagem, poderá ocorrer uma precipitação de carbonetos de cromo nos espaços intergranulares da matriz cristalina.

A corrosão intergranular provoca um decréscimo da resistência à corrosão e das propriedades mecânicas.



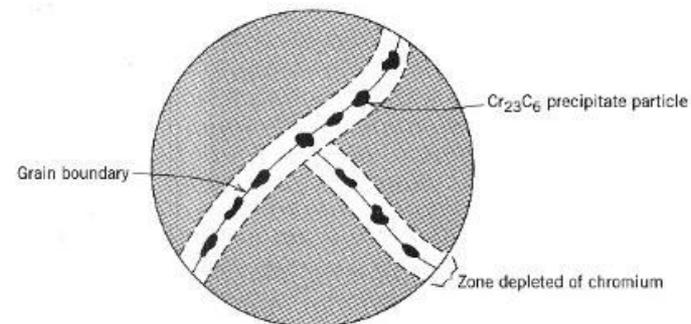
Precipitação intergranular de um aço inoxidável

SENSITIZAÇÃO



Contorno do grão com precipitação de $Cr_{23}C_6$ (carboneto de cromo)

Centro do grão fica empobrecido de cromo



SOLDABILIDADE DOS AÇOS INOXIDÁVEIS

As propriedades mecânicas e a resistência do metal depositado na soldagem dos aços inoxidáveis são bastante influenciadas pela composição química e pela estrutura cristalina.

Os diferentes tipos de estruturas que podem ser encontradas nos aços inoxidáveis em função da composição química podem ser traduzidos em termos percentuais de níquel e cromo.

Precauções na soldagem

- Reduzir o insumo de calor, sem pré aquecer a junta, de modo a evitar precipitação de carbonetos.
- Utilizar aços que contenham nióbio e titânio ou com teores ultra-baixos de carbono ($C \leq 0,03\%$).
- Selecionar o eletrodo de tal maneira que a estrutura do metal depositado e diluído corresponda a uma estrutura resistente a trincas e fragilização.

ESCOLHA DO METAL DE ADIÇÃO

Uma maneira prática de escolher o metal de adição é através da consulta da tabela . Nela, estão mostradas as adições usualmente recomendadas para a soldagem de aços inoxidáveis, dissimilares ou não. Outros consumíveis podem ser utilizados, além dos apresentados na tabela.

Combinação de metal de base	301, 302, 304, 308	304L	310, 314 ^(a)	316	316L	317	321, 347	405, 410, 420	430	446 ^(b)	Aços carbono	Aços carbono baixa liga ou Cr-Mo
301, 302, 304, 308	308	308	308	308	308	308	308	309	309	310	309	309
304L		308L	308	308	308	308	309	309	309	310	309	309
310, 314 ^(a)			310	316	317	308	309	309	309	310	309	309
316				316	316	316	308	309	309	310	309	309
316L					316L	316	316L	309	309	310	309	309
317						317	308	309	309	310	309	309
321, 347							347	309	309	310	309	309
405, 410, 420								410	430 ^(c)	410 ^(c)	410 ^(c,d)	410 ^(c)
430									430	430	430 ^(c,d)	430 ^(c)
446										446	430 ^(c,d)	430 ^(c)

CORROSÃO

O que é Corrosão?

É a inimiga natural dos metais. Os aços comuns reagem com o oxigênio do ar formando uma camada superficial de óxido de ferro. Essa camada é extremamente porosa e permite a continua oxidação do aço produzindo a corrosão, popularmente conhecida como "ferrugem".

Os aços inoxidáveis podem sofrer contaminação?

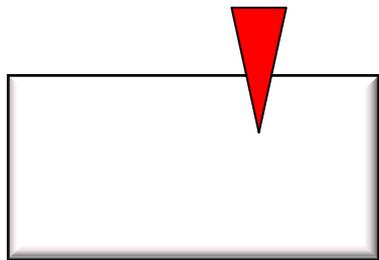
Sim, e a forma mais comum é a contaminação por materiais ferrosos na superfície.

Isto pode ocorrer em qualquer situação em que o aço-carbono é colocado em contato com o aço inoxidável.

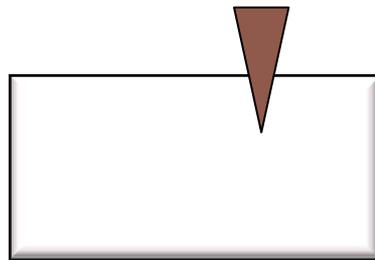
A ferrugem (óxido) causa na superfície manchas irreversíveis, e, em casos mais severos até mesmo danos superficiais.

CORROSÃO

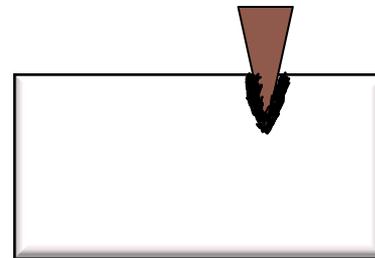
A contaminação ocorre quando partículas de ferro são incrustadas na superfície do aço inoxidável.



1- Partículas de ferro incrustadas



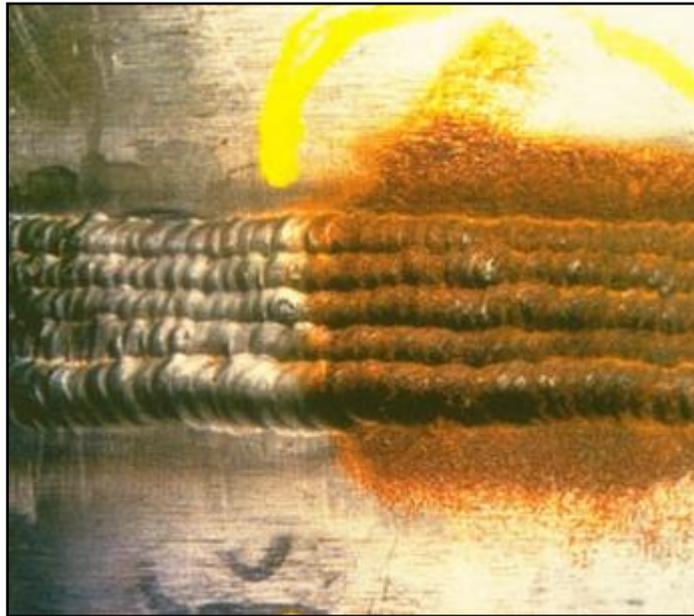
2- As partículas de ferro se enferrujam



3- Cloretos da atmosfera podem formar cloreto de ferro ao redor da partícula, o qual causa a corrosão do aço inoxidável.

CORROSÃO

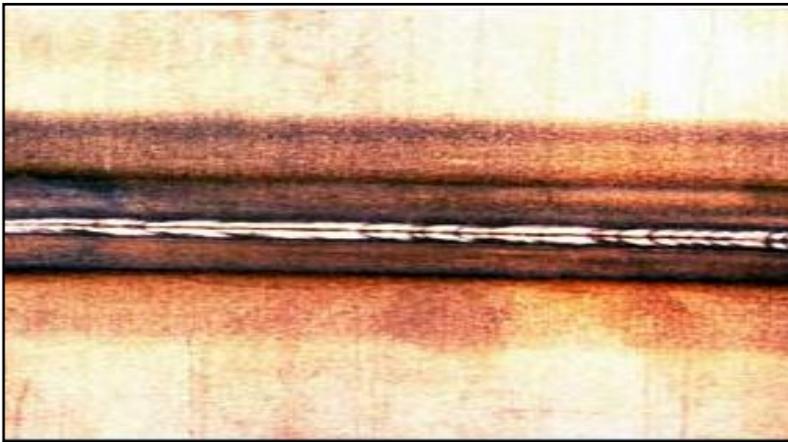
Formas mais comuns de contaminação



Corrosão causada por partículas de ferro incrustadas no cordão de solda de aço inoxidável, devido ao uso de uma escova de arame de aço carbono

CORROSÃO

Zona afetada pelo calor



Devido ao aquecimento da solda, a camada passiva é removida da superfície da peça de aço inoxidável. Diminuindo a resistência a corrosão.

A região da solda afetada pelo calor deve ser limpa para que seja recoberta novamente por uma camada passiva.

CORROSÃO

Zona afetada pelo calor

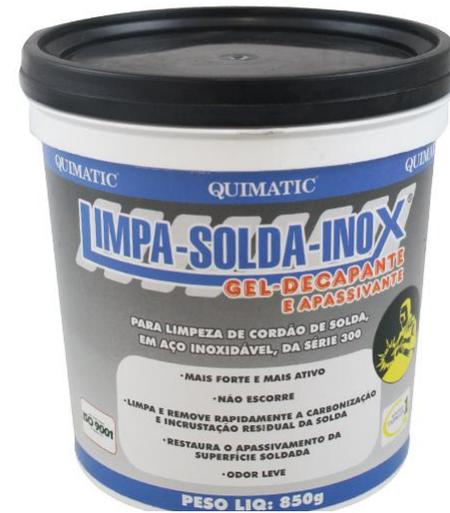


A Zona afetada pelo calor da solda também pode se formar na parte oposta da superfície soldada.

DECAPAGEM QUÍMICA DO INOX



Ácidos nítricos
e fluorídricos

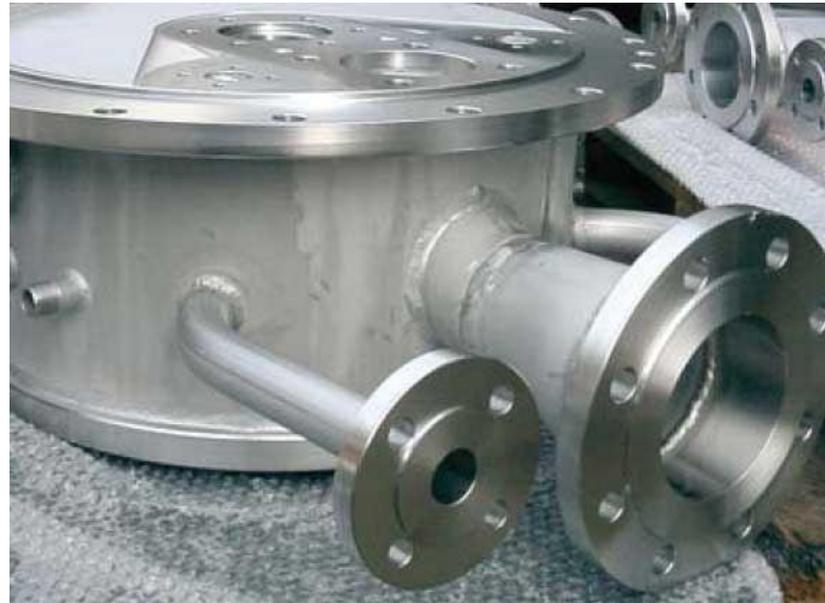


DECAPAGEM QUÍMICA DO INOX

ANTES – COMO SOLDADO



DEPOIS – COM DECAPAGEM



ESCOLHA O MÉTODO?

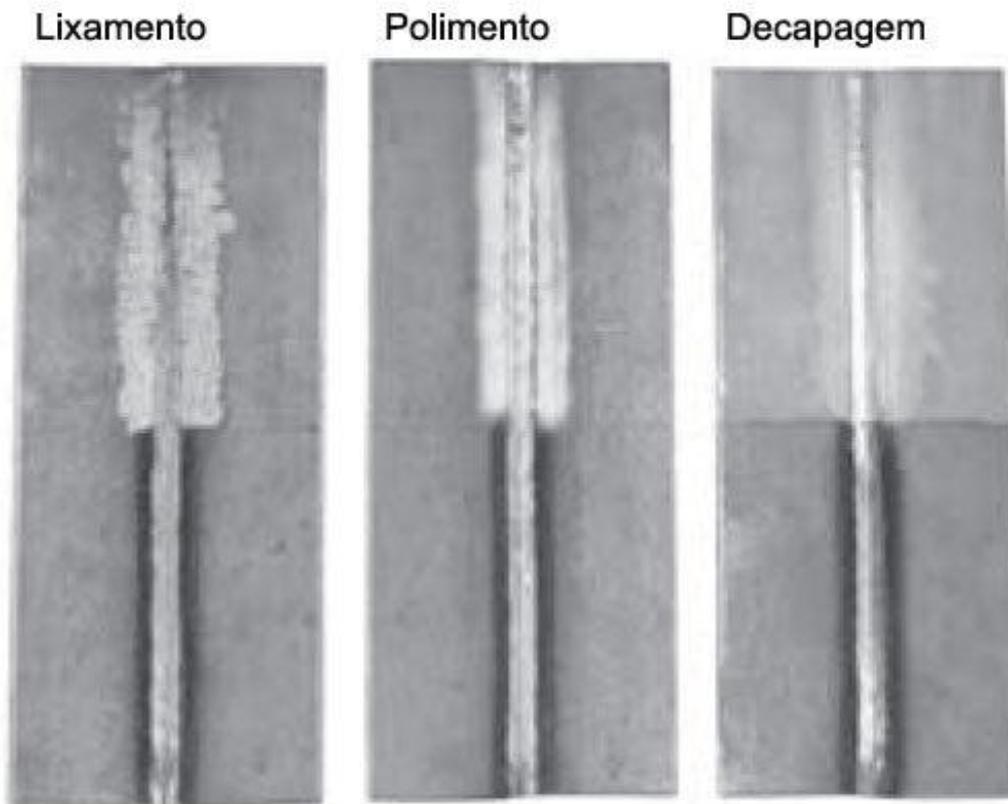


Figura 2. Decapagem oferece resultados melhores do que tratamento de superfície alternativos como lixamento e polimento.