



***DECAPAGEM & PASSIVAÇÃO***  
***DE AÇO INOXIDÁVEL***



# Decapagem & Passivação de Aço Inoxidável

## ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO .....	03
2	DEFEITOS TÍPICOS .....	04
2.1	COLORAÇÃO POR AQUECIMENTO E INCRUSTAÇÃO DE ÓXIDO .....	04
2.2	DEFEITOS DE SOLDA .....	06
2.3	CONTAMINAÇÃO DE FERRO .....	06
2.4	SUPERFÍCIE RUGOSA .....	07
2.5	CONTAMINAÇÃO ORGÂNICA .....	08
3	PROCEDIMENTO DE LIMPEZA .....	08
3.1	MÉTODOS MECÂNICOS .....	08
3.1.1	Lixamento .....	08
3.1.2	Jateamento .....	09
3.1.3	Escovamento .....	09
3.1.4	Resumo .....	09
3.2	MÉTODOS QUÍMICOS .....	09
3.2.1	Comparação de Desincrustação, Decapagem, Limpeza e Passivação .....	10
3.2.2	Desincrustação .....	10
3.2.3	Decapagem .....	10
3.2.4	Limpeza .....	13
3.2.5	Decapagem Eletrolítica ou Eletrodecapagem .....	13
3.2.6	Passivação .....	14
4	ESCOLHA DO MÉTODO .....	15
5	ESPECIFICANDO DECAPAGEM E PASSIVAÇÃO .....	16
6	MÉTODOS QUÍMICOS NA PRÁTICA .....	17
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	18

# Decapagem e Passivação de Aço Inoxidável

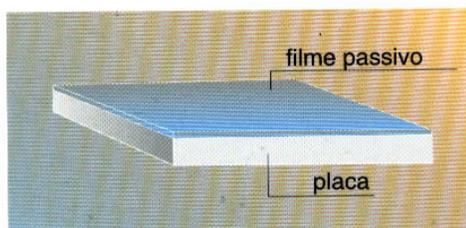
Por Eng<sup>a</sup> Fawler Morellato  
Diretor de Desenvolvimento do Grupo Humma

## 1 INTRODUÇÃO

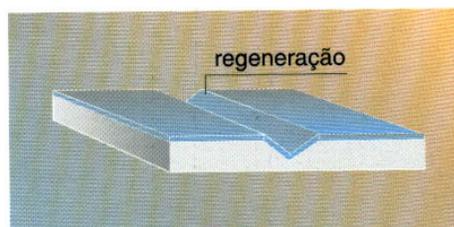
A resistência à corrosão do aço inoxidável é devido a um filme óxido 'passivo', complexo rico em cromo, que se forma naturalmente na superfície do aço. Esta é condição normal para superfícies de aço inoxidável e é conhecido como 'estado passivo' ou 'condição passiva'.

Aços inoxidáveis se auto-passivarão naturalmente sempre que uma superfície limpa for exposta a um ambiente que possa fornecer oxigênio suficiente para formar a camada de superfície de óxido rica em cromo. Isto ocorre automaticamente e instantaneamente, se houver fornecimento de oxigênio suficiente disponível na superfície do aço. A camada passiva entretanto aumenta em espessura por algum tempo após sua inicial formação. Em condições de ocorrência natural como o contato com o ar ou água aerada criará e manterá a condição de superfície passiva resistente à corrosão. Deste modo os aços inoxidáveis podem manter sua resistência à corrosão, mesmo onde danos mecânicos (por ex. riscos ou usinagem) ocorrem e então tem-se um sistema de auto-reparação da proteção à corrosão.

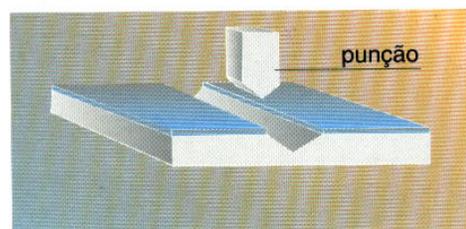
### Renovação Natural



1 Uma fina película de óxido de cromo protege a superfície do aço inox, tornando-o resistente a ataques corrosivos do meio ambiente.

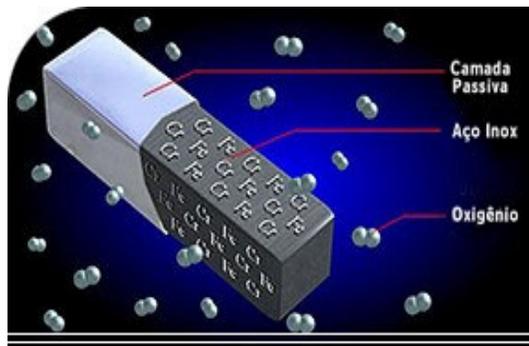


3 A capacidade do cromo reagir com o oxigênio do ar restaura novamente a película protetora do aço inox, resgatando a resistência original contra a corrosão.



2 Quando o aço inox é arranhado ou danificado, esta película se rompe e o aço fica exposto à ação do oxigênio encontrado na atmosfera.

O cromo nos aços inoxidáveis é o principal responsável pelo mecanismo de auto-passivação. Em contraste com os aços carbono ou de baixa liga, aços inoxidáveis devem ter um mínimo teor de cromo de 10.5% (por peso) de cromo (e um máximo de 1.2% de carbono). Esta é a definição dos aços inoxidáveis dada no EN 10088-1. A resistência à corrosão destes aços cromo pode ser aumentada com a adição de outros elementos de liga como níquel, molibdênio, nitrogênio e titânio (ou nióbio). Isto fornece um leque de aços com resistência à corrosão além de uma larga faixa de condições de serviço assim como melhora outras propriedades como conformação, resistência, resistência ao calor, etc.



Aços inoxidáveis não podem ser considerados resistentes à corrosão sob todas as condições de serviço. Dependendo do tipo (composição) do aço haverá certas condições de exposição onde o estado passivo é quebrado e difícil de se reformar. Aqui a superfície se torna 'ativa', resultando em corrosão. Condições ativas de aços inoxidáveis podem ocorrer em pequenas áreas privadas de oxigênio, como em juntas mecânicas, cantos apertados ou em soldas incompletas ou mal acabadas. O resultado pode ser formas 'localizadas' de ataque por pitting ou fenda.

Uma superfície de aço inoxidável deve aparecer limpa, nivelada e sem defeitos. Isto é óbvio quando o aço é usado para propósitos como fachadas ou em aplicações com exigências sanitárias rigorosas, mas um fino acabamento de superfície também é crucial para resistência à corrosão.

O aço inoxidável é protegido da corrosão por uma fina, impermeável e invisível camada de superfície – a camada passiva – que consiste principalmente de óxido de cromo. O teor de oxigênio da atmosfera ou as soluções aquosas aeradas são normalmente suficientes para criar e manter a camada passiva. Infelizmente, defeitos e imperfeições de superfície introduzidas durante as operações de fabricação podem drasticamente atrapalhar este processo de "auto-defesa" e reduzem a resistência a vários tipos de corrosão localizada. Isto significa que um processo de limpeza final será sempre exigido para restaurar uma qualidade de superfície aceitável com relação a sanitariedade e corrosão.

A extensão e os métodos para o tratamento pós-fabricação serão determinados pela corrosividade do ambiente, a resistência à corrosão do grau do aço, exigências de sanitariedade (p. ex. nas indústrias farmacêuticas e de alimentos) ou por considerações puramente estéticas. Devem ser consideradas também as exigências ambientais da região. Tanto os métodos de limpeza química quanto mecânica estão disponíveis. Bons projetos, planejamento e métodos de fabricação podem reduzir a necessidade de trabalho de acabamento e assim reduzir custos. A influência de defeitos, e finalmente sua remoção, devem ser considerados ao fabricar dentro das especificações que relacionam certas exigências de qualidade de superfície.

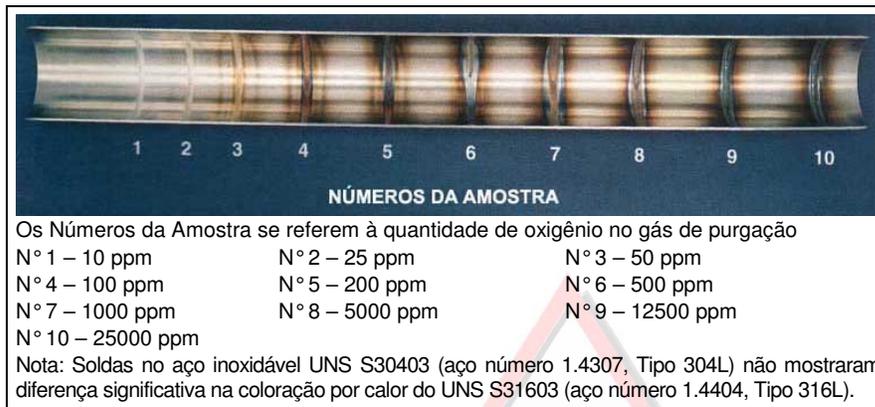
## 2 DEFEITOS TÍPICOS

### 2.1 COLORAÇÃO POR AQUECIMENTO E INCRUSTAÇÃO DE ÓXIDO

Oxidação de alta temperatura – causada por processos como tratamento térmico ou soldagem – produz uma camada de óxido com propriedades protetivas inferiores, comparadas com aquelas da camada passiva original. Um esgotamento de cromo correspondente no metal imediatamente abaixo do óxido também ocorre.

A coloração por calor é o resultado do espessamento da camada de óxido transparente que ocorre naturalmente na superfície do aço. As cores formadas são semelhantes às 'colorações de tempera' vista em outras superfícies de aço seguindo o tratamento térmico e variando de matiz de palha pálida à azul escuro.

A coloração por calor é sempre vista em áreas afetadas por calor de fabricações de aço inoxidável soldados, mesmo onde boas práticas de proteção ao gás foram usadas (outros parâmetros de solda como velocidade da soldagem podem afetar o grau da coloração por calor formada envolta do cordão de solda).



*Níveis de coloração por calor em soldas no interior de tubo de aço inoxidável austenítico UNS S31603 (aço número 1.4404, Tipo 316L) mecanicamente polido.*

Quando as colorações por calor são formadas na superfície de aço inoxidável, cromo é projetado para a superfície do aço, já que o cromo oxida mais rapidamente que o ferro no aço. Isto deixa uma camada na superfície e logo abaixo com um nível de cromo mais baixo que no aço principal, e portanto uma superfície com reduzida resistência à corrosão.

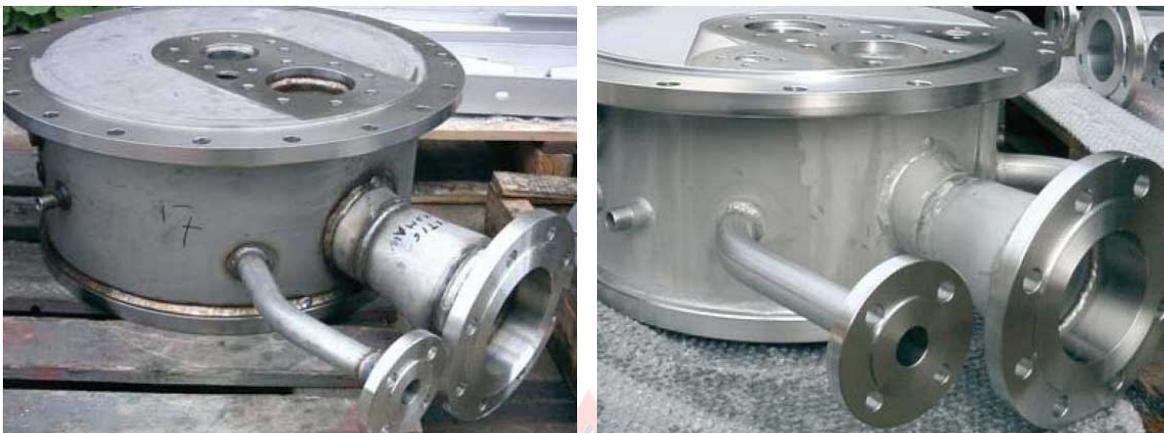
Coloração por calor de soldagem visível em superfícies de aço inoxidável reduz a resistência à corrosão disponível da superfície. É uma boa prática remover todas as colorações por calor visíveis. Para aplicações de construção, isto não só melhora a aparência estética das fabricações de aço inoxidável soldadas, como também restaura completamente a resistência à corrosão do aço nestas regiões.



*Peça de aço inoxidável soldada na condição "como soldada": a incrustação de óxido provavelmente dará caminho à corrosão se não removida adequadamente.*

Coloração por calor em fabricações de aço inoxidável pode ser removida usando pastas ou géis de escovamento ácido, decapagem por spray, decapagem por tanque de imersão ou métodos de limpeza eletroquímica, seguindo desengraxamento cuidadoso da área afetada. Uma combinação de técnicas de acabamento pode ser necessária, quando tratamentos com ácidos não podem ser confiáveis para remover metal suficiente da superfície. Isto pode incluir tratamentos mecânicos (lixamento ou abrasão) seguidos por descontaminação com ácido nítrico. É importante que a coloração por calor seja removida das faces escondidas das soldas nas fabricações, onde estas faces provavelmente serão expostas ao ambiente de serviço.

As instruções do fornecedor para preparação da decapagem devem ser cuidadosamente seguidas ao remover coloração por calor por conterem ácidos nocivos à saúde. Pitting na superfície também pode resultar na superfície do aço inoxidável, se excessivo tempo de contato for usado.



*Coloração por calor deixada em áreas soldadas de uma fabricação complexa pode ser removida efetivamente por decapagem ou decapagem por imersão. A resistência à corrosão de toda fabricação foi restaurada por decapagem.*

## **2.2 DEFEITOS DE SOLDA**

Penetração incompleta, subcorte, poros, inclusões de escória, respingo de solda e pés de galinha são exemplos típicos de defeitos de solda.

Estes defeitos podem ter efeitos negativos nas propriedades mecânicas, resistência à corrosão localizada e torna difícil a manutenção da superfície limpa. Os defeitos devem por isso serem removidos, normalmente por lixamento, embora algumas vezes o reparo da solda também é necessário.

## **2.3 CONTAMINAÇÃO DE FERRO**

Partículas de ferro podem originar da usinagem, moldagem a frio e ferramentas de corte, granas/areia de jateamento ou discos de lixamento contaminados com materiais de ligas mais baixas, transporte e manuseio em fabricação mista, ou simplesmente de pó contendo ferro. Estas partículas corroem na umidade do ar e danificam a camada passiva. Partículas maiores podem também causar fissuras. Ambos os casos resultarão em reduzida resistência à corrosão. Este tipo de corrosão produz descoloração e pode também contaminar o meio usado no equipamento em questão.

Para ótima resistência à corrosão, superfícies de aço inoxidável devem ser limpas e livres de contaminação e resíduos orgânicos (graxa, óleo, pintura, etc.) e metálicos, particularmente ferro ou aço carbono. Aço inoxidável fornecido por fabricantes, armazenadores ou fabricantes honrosos serão normalmente limpos e livres de contaminação. Itens cuidadosamente fabricados a partir de aços inoxidáveis apropriados com um acabamento de superfície adequado para a aplicação, não apresentarão manchas de ferrugem, a menos que a contaminação tenha sido introduzida.



*Contaminação de aço inoxidável por ferro: o exemplo mostrado é um caso típico de contaminação por ferro causada pelo uso misturado de ferro (ou aço) e aço inoxidável na mesma fábrica sem segregação de materiais apropriada. No processo de descontaminação, é importante que os traços de ferro sejam realmente removidos e não apenas dispersados.*

“Contaminação por ferro”, como é normalmente chamado, pode ser caro para remediar após manuseio. É fácil evitar com manuseio cuidadoso e procedimentos e controles de fabricação apropriados, mas podem ser removidos com tratamentos adequados.

Fontes comuns de contaminação por ferro nas fabricações de aço inoxidável incluem:

- O uso de ferramentas, equipamentos de processamento e manipulação de aço carbono (cortadores, suportes, “cães” e correntes de elevação, etc.) sem limpeza adequada.
- Corte, fabricação ou montagem de metal em lojas de fabricação de ‘metal misturado’, sem a devida segregação ou precauções de limpeza.

Se houver suspeita de contaminação, há uma série de testes que podem ser utilizados. As normas americanas ASTM A380 e A967 descrevem testes de contaminação por ferro. Alguns destes testes simplesmente procuram por manchas de ferrugem do contato com água ou ambientes de alta umidade, após tempos de exposição especificados, porém para detectar o ferro livre que é a causa subsequente da mancha de ferrugem, o ‘teste de ferroxyl’ deve ser usado.

Este teste sensível detecta tanto contaminação por ferro livre quanto por óxido de ferro. A seção 7.3.4 da ASTM A380 especifica o procedimento detalhado no qual uma solução de teste de ácido nítrico, água destilada e ferricianeto de potássio é usada.

Se a contaminação por ferro for detectada, todos os traços devem ser removidos. Qualquer processo de descontaminação que possa remover completamente o ferro embutido pode ser usado, mas é importante que toda contaminação seja removida e não espalhada para outras áreas das superfícies da fabricação de aço inoxidável.

## **2.4 SUPERFÍCIE RUGOSA**

Cordões de solda desuniformes e lixamento ou jateamento muito pesado resultarão em superfícies rugosas. Uma superfície rugosa coleta depósitos mais facilmente, dessa forma aumentando o risco tanto da corrosão como da contaminação do produto. Lixamento pesado também introduz fadiga de alta tensão, o que aumenta o risco de quebra de corrosão por fadiga e corrosão por pitting. Há um máximo permitido de rugosidade de superfície (valor-Ra) para muitas aplicações, e métodos de fabricação que resultam em superfícies rugosas devem geralmente serem evitados.

## 2.5 CONTAMINAÇÃO ORGÂNICA

Contaminação orgânica na forma de graxa, óleo, tinta, pegadas, resíduos de cola e sujeira podem causar fissura de corrosão em ambientes agressivos, atividades de decapagem de superfície oferecidas ineficientes, e produtos poluentes manuseados no equipamento. Os contaminantes orgânicos devem ser removidos usando um agente de pré-limpeza/desengraxante apropriado (livre de cloro). Em casos simples um jato de água de alta pressão pode ser usado.

## 3 PROCEDIMENTO DE LIMPEZA

Diferentes métodos químicos e mecânicos, e algumas vezes a combinação de ambos, podem ser usados para remover os defeitos mencionados. Geralmente, limpeza baseada em métodos químicos são esperados resultados superiores já que a maioria dos métodos mecânicos efetivos tendem a produzir uma superfície mais rugosa enquanto os métodos de limpeza química reduzem o risco de contaminação de superfície. Regulamentações locais a respeito de segurança industrial e ambiental bem como problemas de descarte podem, entretanto, limitar sua aplicação.

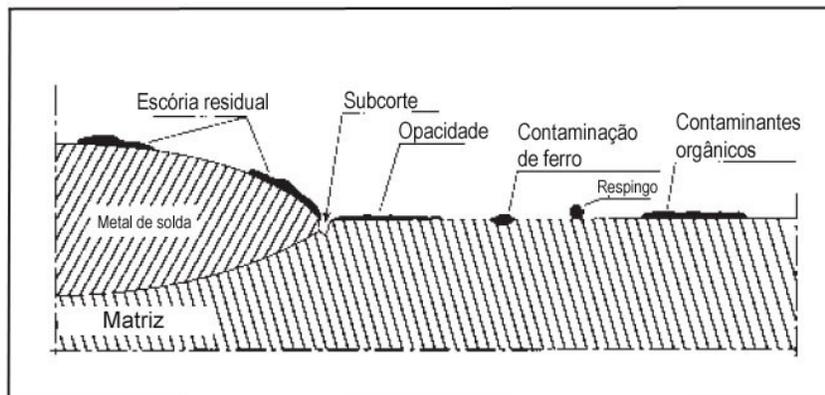


Figura 1. Defeitos de superfície

### 3.1 MÉTODOS MECÂNICOS

#### 3.1.1 Lixamento

O lixamento é normalmente o único método que pode ser usado para remover defeitos e riscos profundos. Um disco de lixamento geralmente é adequado pra tratar defeitos desta natureza. Os métodos de lixamento usados nunca devem ser mais rugosos do que o necessário, e uma roda de abrasão é sempre suficiente para remover coloração de solda ou contaminação de superfície.

Os seguintes pontos devem sempre ser considerados:

- Usar as ferramentas de lixamento corretas – discos livre de ferro, auto cortantes devem sempre ser usados para aço inoxidável – e nunca use discos que já foram usados para lixar aços de ligas mais baixas.
- Evite produzir uma superfície muito rugosa. Lixamento com rugosidade de disco grana 40-60 deve sempre ser seguido por lixamento mais fino usando, por exemplo, uma cinta ou esfregão mais alto para obter um acabamento de superfície correspondente à grana 180 ou melhor. Se as exigências de superfície são muito exatas, polimento pode ser necessário.

- Não superaqueça a superfície. Aplique menos pressão ao lixar pra evitar a criação de mais coloração por calor.
- Sempre verifique se todos os defeitos foram removidos.

### **3.1.2 Jateamento**

Jateamento de areia e granalha (peening) pode ser usado para remover óxido de alta temperatura assim como contaminação de ferro. Entretanto, cuidado deve ser tomado para assegurar que a areia (preferencialmente do tipo olivina) ou granalha esteja perfeitamente limpos. O material de jateamento não deve por isso ter sido previamente utilizado por aço carbono; a areia ou granalha não deve estar muito velha, já que se torna muito poluída, mesmo tendo sido usada apenas para jatear superfície de aço inoxidável contaminada. A rugosidade da superfície é o fator limite para estes métodos. Usando baixa pressão e um pequeno ângulo de aproximação, pode ser alcançado resultado satisfatório para a maioria das aplicações. Para a remoção de coloração por aquecimento, jateamento usando esferas de vidro produzem um bom acabamento de superfície e introduz fadiga de compressão que melhora a resistência à quebra de corrosão por fadiga e resistência à fadiga.

### **3.1.3 Escovamento**

Para a remoção de coloração por calor, escovamento usando escovas de aço inoxidável ou nylon geralmente produzem resultados satisfatórios. Estes métodos não causam qualquer enrugamento sério da superfície, mas não garante a completa remoção da zona esgotada de cromo. Assim como os outros métodos mecânicos, o risco de contaminação é alto, e por isso é importante que ferramentas limpas que não tenham sido usadas para processamento de aços carbono sejam utilizadas.

### **3.1.4 Resumo**

Uma limpeza mecânica final seguindo um típico programa de fabricação poderia ser o seguinte:

- Remoção de defeitos de solda por lixamento;
- Remoção de material afetado por altas temperaturas e, se possível, remoção de impureza de ferro. A superfície não deve se tornar de rugosidade inaceitável;
- Remoção de contaminantes orgânicos;
- Um tratamento ácido final – descontaminação/passivação – é largamente recomendado. Um completo enxágüe com água fresca, preferencialmente usando um jato de água de alta pressão deve seguir ao tratamento ácido. Em casos excepcionais, entretanto, enxágüe por jato de água de alta pressão pode ser adequado no tratamento final.

## **3.2 MÉTODOS QUÍMICOS**

Os métodos químicos podem remover óxido de alta temperatura e contaminação de ferro sem danificar o acabamento de superfície.

Após a remoção dos contaminantes orgânicos, os seguintes procedimentos são normalmente utilizados.

- Desincrustação química
- Decapagem química
- Decapagem eletrolítica ou eletrodecapagem
- Passivação

### 3.2.1 Comparação de Desincrustação, Decapagem, Limpeza e Passivação

Os termos 'desincrustação', 'decapagem' e 'passivação' são sempre confundidos, mas são processos distintos. É importante estar clara as diferenças entre estes processos de tratamento de superfície quando aplicados aos aços inoxidáveis.

### 3.2.2 Desincrustação

Desincrustação é a remoção de uma incrustação de óxido de espessura visível da superfície. Este óxido é geralmente cinza escuro. Este processo é feito rotineiramente na fabricação de aços laminados antes do aço ser entregue. Desincrustação laminar é geralmente um processo de duplo estágio, um para mecanicamente soltar a 'incrustação laminar', o segundo para levantar a incrustação solta clara da superfície do metal. A superfície do metal exposto é então normalmente decapada para remover a camada de metal que fica imediatamente sob a incrustação. Este estágio do processo deve ser considerado como um processo separado, entretanto.

Embora alguma leve incrustação possa ocorrer na alta temperatura da zona afetada por calor de soldas ou durante alta temperatura de processos de tratamento térmico em peças fabricadas de aço inoxidável, operações de desincrustação adicionais não são normalmente necessárias.

### 3.2.3 Decapagem

Decapagem é a remoção de uma fina camada de metal da superfície do aço inoxidável. Misturas de ácidos nítrico e fluorídrico são normalmente usadas para decapar aços inoxidáveis. Decapagem é o processo usado para remover camadas coloridas por calor de solda da superfície de fabricações de aço inoxidável, onde o nível de cromo da superfície do aço foi reduzido.



*Superfícies de aço inoxidável formam uma incrustação cinza/preta durante laminação a quente ou conformação. Esta incrustação de óxido tenaz é removida na laminação por desincrustação.*



*Um cinza fosco é deixado nos produtos recozidos laminados seguido de desincrustação e decapagem.*



*Incrustação leve deixada nas soldas e coloração por calor nas superfícies dos tubos em conjunto podem geralmente ser removidos por decapagem ácida.*

Há um leque de métodos de decapagem que podem ser usados em fabricações de aço inoxidável, componentes construídos e trabalhos de metal arquitetônicos. Os mais importantes constituintes de produtos de decapagem de aço inoxidável são ácidos nítrico e fluorídrico. Os principais métodos, usados por especialistas de decapagem, para decapar fabricações completas ou grandes áreas são:



*Tanque de imersão decapando:  
Se as dimensões da peça fabricada estiverem dentro das dimensões do tanque, a peça inteira pode ser imersa em um tanque para decapagem. Temperatura de imersão e duração afetam o resultado do processo de decapagem.*

- Decapagem em tanque de imersão
- Decapagem por spray

Tanque de imersão geralmente envolve decapagem fora do site na planta do fabricante ou especialistas de decapagem.

A decapagem por spray pode ser feita no site, mas deve ser feita por especialistas com os apropriados equipamentos e procedimentos de segurança e descarte de ácido. Tanque de imersão tem a vantagem de tratar todas as superfícies de fabricação para ótima resistência à corrosão e uniformidade do acabamento de decapagem. Também é a melhor opção em termos de saúde e segurança já que é sempre feito “fora do site”. Decapagem feita na planta de quem faz o acabamento ou fabricante especialista de aço inoxidável, onde o processo pode ser cuidadosamente controlado também minimiza o impacto ambiental do processo.

#### *Decapagem por spray:*

*Este processo oferece a vantagem da execução no local, mas necessita apropriados procedimentos de descarte de ácido e segurança.*



Áreas mais pequenas, especialmente envolta de áreas de solda, podem ser decapadas por:

- Escovamento com pastas ou géis
- Limpeza eletroquímica

Estes métodos podem ser usados no site e exigem conhecimento de especialistas para execução efetiva e segura da operação. É importante que perícia adequada e supervisão estejam disponíveis para minimizar riscos de saúde, segurança e ambiente enquanto fornece uma superfície corretamente decapada. Pode ocorrer corrosão nas áreas tratadas se o tempo de contato com ácido e os procedimentos de enxágüe final não forem adequadamente controlados conforme instruções do fornecedor. Os tempos de contato para as diferentes classes (tipos) de aços inoxidáveis podem variar. É importante que os operadores estejam atentos à classe específica do aço a ser decapado, e os perigos dos produtos a serem usados, assim resultados satisfatórios e seguros poderão ser obtidos. É importante que todos os traços de produtos de decapagem, resíduos da decapagem e contaminação sejam completamente enxaguados da superfície das peças de aço para alcançar uma superfície completamente resistente à corrosão e livre de manchas. Limpeza de aço inoxidável competente, e especialistas em restauração, normalmente usam água deionizada (destilada) para o enxágüe final para obter os melhores resultados nos trabalhos.



*Peças pequenas de aço inoxidável podem ser efetivamente decapadas com escovamento com gel.*

### 3.2.4 Limpeza

Tratamentos ácidos sozinhos podem não ser confiáveis para remover óleo, graxa ou contaminantes inorgânicos que podem também evitar a formação da camada passiva apropriadamente. Combinações de tratamentos de desengraxamento, limpeza, decapagem e passivação podem ser necessários para preparar completamente superfícies de aço inoxidável usinados ou fabricados para usas condições de superfície pretendidas.

Se peças de aço inoxidável são contaminadas com graxa ou óleo, então uma operação de limpeza antes do tratamento ácido deve ser realizada.

*Superfícies decapadas manchadas e desuniformes podem resultar se superfícies não forem limpas antes do tratamento ácido.*



### 3.2.5 Decapagem Eletrolítica ou Eletrodecapagem

A Eletrodecapagem se baseia em um processo de limpeza eletrolítica controlada, obtida através da passagem de corrente elétrica retificada entre um cátodo e a peça (anodo) através de um eletrólito, a qual provoca a limpeza da superfície metálica pela remoção profunda de óxidos complexos e partículas que se alojam nos sulcos superficiais.

Processos de decapagem anódica atacam o componente usando Corrente Direta. Assim, soluções decapantes com baixa agressividade química são usadas em instalações especiais. Este processo permite qualquer grau de remoção de metal desejado sem prejudicar o resultado.

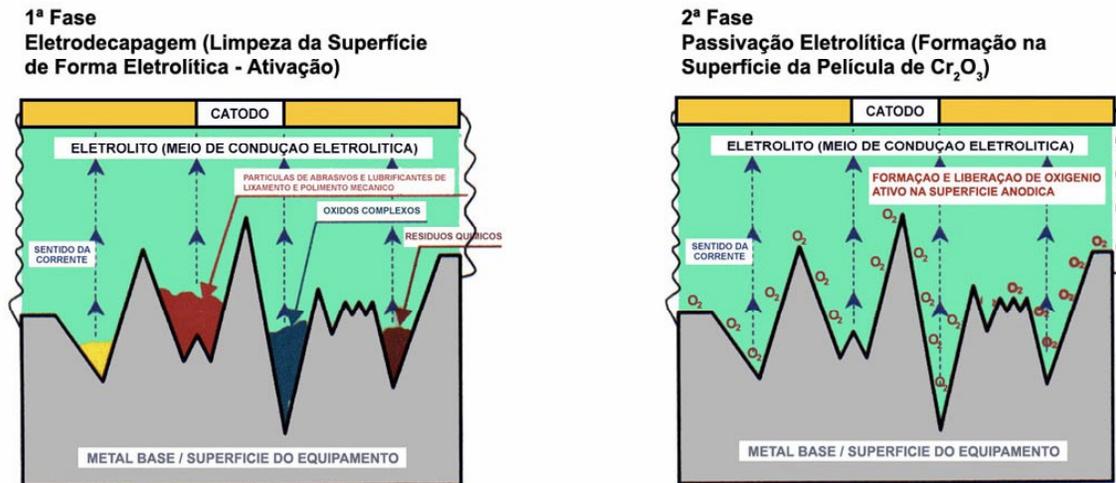
O efeito decapante é alcançado apenas quando aplicada uma corrente elétrica e pode ser facilmente ajustado variando a densidade de corrente e o tempo de aplicação. Não há perigo de hiperdecapagem (liberação de hidrogênio).



*Recipiente químico decapado interna e externamente.*

A aplicação da limpeza eletrolítica em superfícies de aços inoxidáveis resulta na formação de um filme polarizado sobre a mesma ocorrendo a liberação de oxigênio ativo no anodo (peça) proporcionando a passivação acelerada da superfície (eletropassivação).

As Figuras abaixo ilustram o comportamento descrito anteriormente sobre a superfície metálica durante a aplicação do processo.



A eletrodecapagem é influenciada por vários fatores, tais como, a rugosidade original da superfície, a composição e temperatura do eletrólito, a voltagem e a densidade de corrente, bem como o tempo de execução do processo.

A maioria dos aços inoxidáveis das séries 300 normalmente utilizados na prática podem ser eletrodecapados como por exemplo: 301, 302, 303, 304, 309, 310, 316, 317, 347 e 321. Além desses mais comuns, os demais tipos de aço inox também podem ser eletrodecapados, inclusive as ligas especiais.

HUMMA

### 3.2.6 Passivação

A Passivação normalmente ocorre naturalmente nas superfícies de aços inoxidáveis, mas pode algumas vezes ser necessário auxiliar o processo com tratamentos oxidantes ácidos. Diferente da decapagem, nenhum metal é removido da superfície durante a passivação auxiliada por ácido. A qualidade e espessura da camada passiva é porém rapidamente desenvolvida durante os tratamentos de passivação ácida. Pode haver circunstâncias que os processos de decapagem e passivação ocorrem seqüencialmente (não simultaneamente), durante tratamentos ácidos envolvendo ácido nítrico. Ácido nítrico sozinho apenas passivará superfícies de aço inoxidável. Não é um ácido efetivo para decapar aços inoxidáveis.

A camada passiva nos aços inoxidáveis não é um simples óxido ou 'incrustação', que formaria pelo aquecimento do aço. Durante o aquecimento a camada passiva transparente natural cresce em espessura formando 'coloração por calor' e eventualmente uma incrustação de óxido cinza. O resultado destas camadas de óxido visíveis é geralmente uma redução da resistência à corrosão em temperatura ambiente. Componentes de aço inoxidável, como peças de forno, projetadas para serviço em alta temperatura, fazem uso destas coberturas de incrustação de óxido mais espessas, porém tenazes por sua proteção contra oxidação em alta temperatura.

Em contraste, componentes pretendidos para ambientes com serviço à temperatura ambiente confiam na sua 'camada passiva' fina e transparente para sua proteção contra corrosão. Embora este processo de passivação normalmente ocorre naturalmente, o processo de formação da camada passiva de óxido rica em cromo pode ser promovido por condições de oxidação poderosas. Ácido nítrico é extremamente útil para isto e é largamente usado em tratamentos de passivação de aço inoxidável disponíveis comercialmente. Ácidos oxidantes mais fracos, como ácido cítrico, podem também ajudar na formação da camada passiva. A passivação por ácido deve ser considerada como a exceção, do que a regra para componentes e fabricações de aço inoxidável. Aço entregue de laminações de fabricação e estoques honrosos estarão completamente passivos. O tratamento pode ser necessário porém em partes trabalhadas com geometria complexa. Nestes casos especiais o suprimento de oxigênio para todas estas superfícies recentemente formadas pode ser restrito, resultando no processo de passivação natural tomando mais tempo para se completar, do que em superfícies expostas e abertas. Há um perigo que se peças como estas são colocadas diretamente em serviço em um ambiente normalmente considerado adequado para a classe de aço particular usado, elas podem não estar completamente passivas e sofrer corrosão inesperada. Os tratamentos de passivação feitos sob estas circunstâncias eliminam estes riscos de corrosão desnecessários.

Antes dos tratamentos de passivação ácida serem feitos, é importante que as superfícies do aço:

- Estejam livres de qualquer incrustação de óxido (desincrustadas)
- Tenham camadas de superfície de metal desnudas em cromo proveniente da formação de camadas de óxido ou coloração por calor removidas por decapagem
- Estejam limpas (livre da contaminação orgânica, lubrificantes, óleos e graxas de usinagem)

#### 4 ESCOLHA DO MÉTODO

A escolha do método e o tempo de limpeza final exigidos dependerão da necessidade para resistência à corrosão, considerações sanitárias (farmacêuticas, alimentos) ou se a aparência visual é o único critério. A remoção de rotina de defeitos de soldagem, óxidos de soldagem, substâncias orgânicas e contaminantes de ferro normalmente é uma exigência básica e geralmente permite uma escolha comparativamente livre do tratamento final. Dado que tal rugosidade de superfície permite, tanto métodos mecânicos como químicos podem ser usados. Entretanto, se um método de limpeza inteiramente mecânica é considerado, o estágio de fabricação tem que ser muito bem planejado para evitar contaminação de ferro, já que a descontaminação química, será por outro lado necessária.

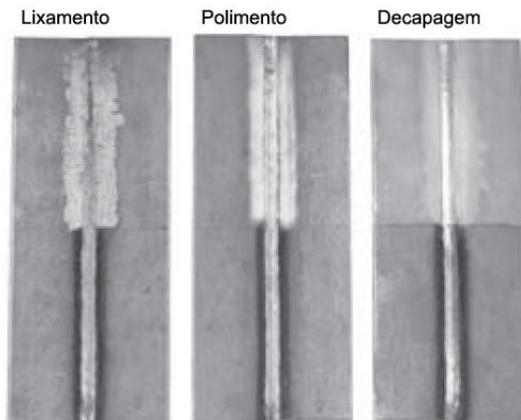


Figura 2. Decapagem oferece resultados melhores do que tratamento de superfície alternativos como lixamento e polimento.

## 5 ESPECIFICANDO DECAPAGEM E PASSIVAÇÃO

Tratamentos de decapagem por imersão em tanque, spray e passivação por ácido nítrico devem ser confiados à fabricantes competentes ou especialistas em acabamento de aço inoxidável.

A seleção e controle destes processos potencialmente perigosos são críticos para garantir que serão obtidos acabamentos resistentes à corrosão satisfatórios.

Onde apropriado, o processo e acabamento de superfície final devem ser acordados e especificados. Acordo contratual de acabamento de superfície pode ser alcançado usando parâmetros de medição de superfície incluindo rugosidade de superfície (Ra), reflexão e brilho, mas sempre deve ser confirmado por amostras representativas, produzidas pela contratada para acabamento de superfície.

*Um Bin fabricado antes da limpeza & decapagem da superfície mostra sujeira, marcas de número da peça, áreas pintadas e coloração por calor de solda. Se as superfícies não forem adequadamente tratadas antes do hopper entrar em serviço, resistência à corrosão inadequada poderia resultar em falha prematura de sistema*



A passivação é coberta pela Norma Européia:

- EM 2516:1997 Passivação de aços resistentes à corrosão e descontaminação de ligas à base de níquel.

As várias famílias de aço inoxidável são Classes de Processos alocados que definem tanto um quanto dois estágios de tratamentos de passivação usando soluções de ácido nítrico ou dicromato de sódio. As Normas Americanas cobrem um escopo maior de processos incluindo limpeza, decapagem e passivação.

As principais normas são:

- ASTM A380 – Prática para Limpeza, Desincrustação e Passivação de Peças, Equipamentos e Sistemas de Aço Inoxidável
- ASTM A967 – Especificação para Tratamentos de Passivação Química para Peças de Aço Inoxidável

Sua associação nacional de desenvolvimento de aço inoxidável mais próxima deve ser capaz de aconselhar sobre empresas que forneçam assistência especializada no desenvolvimento de normas para acabamento de superfície para projetos específicos.



*Após tratamentos de limpeza, decapagem e passivação um acabamento perfeito e consistente é produzido. A aparência é boa e oferece uma superfície com ótima resistência à corrosão para a classe particular de aço inoxidável utilizado.*

## 6 MÉTODOS QUÍMICOS NA PRÁTICA

O uso de prático de reagentes de limpeza está exigente, e certos procedimentos de trabalho necessitam ser seguidos. A escolha do processo de limpeza química depende principalmente do tipo de contaminantes e óxidos a serem removidos, o grau de limpeza exigido e o custo. Este capítulo dá orientações para a aplicação de procedimentos de limpeza química apropriados.

Para evitar perigos à saúde ou problemas ambientais, decapagem deve ser realizada em uma área fechada especial de decapagem. Neste contexto, as seguintes recomendações devem ser obedecidas:

- Instruções de manuseio, informação essencial do produto, como marcas do produto, e folhas de dados de segurança para os vários produtos devem estar disponíveis. Regulamentações locais e nacionais devem também estar disponíveis.
- A equipe responsável deve estar familiarizada com os perigos à saúde associadas com os produtos e como estes devem ser manuseados.
- Equipamento de segurança pessoal, incluindo roupas protetivas apropriadas e máscaras faciais devem ser usados.
- Ao decapar em ambientes fechados, o local de trabalho deve ser separado de outras operações de trabalho para evitar contaminação e perigos à saúde e para assegurar uma temperatura controlada.
- A área deve ser ventilada e fornecida com aparelho de extração de fumos.
- Paredes, pisos, tetos, vasos, etc. que estão sujeitos à respingos devem ser protegidos por material resistente à ácido.
- Uma instalação de lavagem deve estar disponível, preferencialmente incluindo um jato de água de alta pressão.
- Uma instalação para a coleta e neutralização de água de enxágüe deve estar disponível.
- Se a água de enxágüe for reciclada, cuidado deve ser tomado para assegurar que o enxágüe final seja feito usando água deionizada. Isto é particularmente importante no caso de superfícies e aplicações sensíveis.
- Uma instalação de armazenamento deve estar disponível.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- “AvestaPolarit Welding – Pickling handbook – Handbook for the pickling and cleaning of stainless steel”; Anders Bornmyr and Björn Holmberg, First Edition, 1995
- “Pickling and Passivating Stainless Steel - Materials and Applications Series”; Roger Crookes, Sheffield (UK), adapted from "Beitsen en passiveren van roestvast staal" by Drs. E. J.D. Uittenbroek, Breda (NL); Volume 4, Euro Inox 2004.
- “Poligrat – Pickling Cleaning Passivating”
- “Eletrodecapagem Humma – Tecnologia EPD-H”; Eng° Fawler Morellato; Grupo Humma, 2006.

