

Parafusos
Porcas
Arruelas

E Toda Linha de **Fixadores**

Guia de **Acabamentos Superficiais**
TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE DO METAL



cotar@indufix.com.br

www.indufix.com.br

(11) 3207.8466

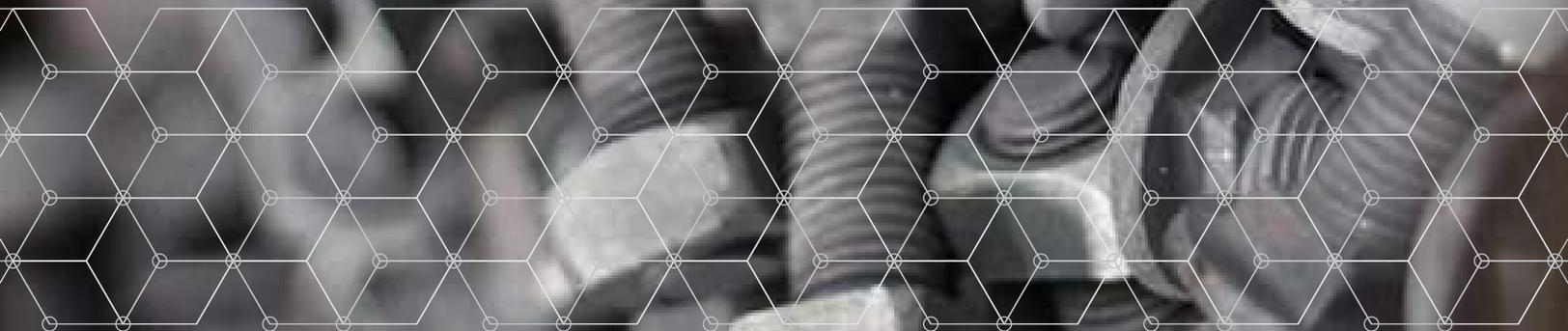
Rua dos Alpes, 181 | Cambuci | SP

Há 25 anos a Indufix é líder do mercado brasileiro na fabricação e distribuição de elementos de fixação, normatizados ou especiais, com garantia de qualidade e inovação.

Desde a sua fundação e durante nossa jornada, os valores de nossa família serviram como guia e alicerce para a formação de uma cultura corporativa sólida, que reflete na atitude de nossos colaboradores em um só compromisso: **servir cada um de nossos clientes de forma única**, garantindo a sua satisfação com nossos produtos e serviços.

Nosso diferencial técnico no desenvolvimento de elementos de fixação customizados (itens especiais), aliados à nossa engenharia de qualidade para fixadores normatizados, fazem da Indufix uma escolha segura para fabricação e fornecimento de fixadores, sendo elegida pelas mais exigentes empresas do mercado.

Nosso diferencial se encontra em nossa área de **engenharia de aplicação** que além de entender a necessidade de cada cliente, trabalha com a otimização do seu projeto gerando valor agregado no seu produto final ou redução de custos.



ÍNDICE

○	Corrosão	04
○	Meios Corrosivos	05
○	Formas e Tipos de Corrosão	07.
○	Proteções Contra Corrosão	11
	• Galvanização	11
	• Zincagem	12
	• Cromo	14
	• Níquel	14
	• Bronze	14
	• Cobre	15
	• Zinco-Níquel	15
	• Fosfato de Zinco	15
	• Estanho	15
	• Latão	15
	• Galvanização a Fogo	16
	• Oxidação Negra	18
	• Eletropolimento	18
	• Xylan	18
	• Organometálicos	19
	• Desidrogenação	20
	• Níquel Químico	21
○	Normas	22
○	Dúvidas e Erros Frequentes	26

ARTIGOS TÉCNICOS

Os Artigos da Indufix Parafusos reúnem guias, curiosidades, tabelas, explicações técnicas e downloads voltados para o segmento da fixação.

www.indufix.com.br/artigos



CORROSÃO



O homem se utiliza dos metais desde o início da civilização. Só que a maioria dos metais apresenta um problema com o qual o homem teve que lidar. Ele sofre o processo da corrosão.

Estima-se que uma parcela superior a 30% do aço produzido no mundo seja usada para reposição de peças e partes de equipamentos e instalações deterioradas pela corrosão. Do ponto de vista econômico, os prejuízos causados atingem custos extremamente altos, resultando em consideráveis desperdícios de investimento; isto sem falar dos acidentes e perdas de vidas humanas provocadas por contaminações, poluição e falta de segurança dos equipamentos.

A ferrugem ou o óxido de ferro é um produto da corrosão. Para proteger os metais da corrosão, usamos o **tratamento da superfície do metal** dos parafusos, porcas, arruelas, rebites, chumbadores, barras e acessórios.

Podemos entender corrosão quando há a deterioração dos metais por meio de reações químicas no meio corrosivo. Na ação da corrosão, o metal se transforma e perde suas propriedades. Ele deixa de ser metal com a ação do ambiente corrosivo e se transforma em óxido de ferro através das reações químicas.

Podemos classificar a corrosão como eletroquímica, química e eletrolítica.

A **corrosão química** (ou corrosão seca) decorre do ataque de um agente químico diretamente sobre o material, sem transferência de elétrons de uma área para outra.

A **corrosão eletrolítica** se caracteriza por ser um processo eletroquímico, que se dá com a aplicação de corrente elétrica externa, ou seja, trata-se de uma corrosão não espontânea.

A **corrosão eletroquímica** é a que mais encontramos nos fixadores e envolve reações de oxirredução que transformam os metais em óxidos, isto é, perdeu elétrons, enquanto outra espécie química, como o oxigênio do ar, sofreu redução (ganhou os elétrons), causando a oxidação do metal. Caracteriza-se por ser necessariamente na presença de água no estado líquido - temperaturas abaixo do ponto de orvalho da água, sendo a grande maioria na temperatura ambiente - formação de uma pilha ou célula de corrosão, com a circulação de elétrons na superfície metálica.

“A corrosão faz mal ao aço, ao meio ambiente e ao seu bolso.”

Todos os metais sofrem corrosão, com exceção apenas do ouro e da platina. No entanto, no caso de alguns metais, essa corrosão é menos violenta porque os compostos formados funcionam como uma espécie de proteção. Por exemplo, no caso do Aço Inoxidável, onde o cromo quando em contato com o oxigênio do ar, forma uma camada fina de óxido em toda a superfície do aço, bloqueando a difusão de oxigênio em sua estrutura interna, protegendo a peça de ataques corrosivos.

A corrosão é inevitável - mas os danos causados pela corrosão podem ser atenuados através do planejamento correto das medidas de proteção. A proteção de um conjunto de parafusos deve, em condições de funcionamento, ser pelo menos tão resistente à corrosão como as partes que estão a ser ligadas. O trabalho do engenheiro de projeto é decidir sobre as medidas necessárias de proteção.

Para a escolha do correto sistema de tratamento de superfícies a ser empregado, é necessário que se tenha em consideração, todos os fatores possíveis para que a proteção contra a corrosão seja duradoura. Dentre esses fatores, é importante identificar as características do meio corrosivo a ser aplicado o fixador.

No meio corrosivo, uma das grandes variáveis do processo de corrosão encontra-se nos meios reativos da atmosfera, nas águas naturais, no solo, em dejetos industriais, nos produtos químicos, nos alimentos, nos solventes orgânicos, nas madeiras e nos polímeros em geral.

MEIO	AGENTES AGRESSIVOS
Rural	Sol, chuva, umidade e poeira do solo (baixos teores de poluentes)
Urbano	Sol, chuva, umidade, fuligem e SO ₂ (depende da intensidade do tráfego)
Industrial	Sol, chuva, umidade, fuligem, poeira de produtos químicos e gases (SO ₂ , CO ₂ , H ₂ S)
Marítimo	Sol, chuva, umidade, fuligem, poeira de areia e névoa salina (predomina o cloreto de sódio - NaCl)

MEIOS CORROSIVOS

Atmosfera

A maior aplicação dos fixadores ainda se dá em ambiente atmosférico, embora outros ambientes, principalmente os de processos químicos industriais, possam ser mais agressivos. Apesar de que na exposição atmosférica o fixador não esteja envolvido maciçamente em eletrólito, a umidade provoca fenômenos eletroquímicos semelhantes. Muitos ambientes apresentam características mistas, além de não haver demarcação definitiva para cada tipo.

A ação corrosiva da atmosfera depende fundamentalmente dos seguintes fatores:

- Substâncias poluentes: partículas sólidas e gases;
- Temperatura;
- Umidade relativa;
- Tempo de permanência do filme de eletrólito na superfície metálica.

Podemos classificar a corrosão atmosférica em função do grau de umidade na superfície metálica:

- Seca;
- Úmida;
- Molhada.



Águas Naturais

As águas naturais são meios que dependem da sua composição física, química e bacteriológica, cujas substâncias contaminantes vão desde a presença de gases dissolvidos, como O_2 - N_2 - NH_3 - SO_2 - SO_3 , até sais dissolvidos, como cloretos de sódio, cloreto de ferro, cloreto de magnésio, carbonatos de sódio, carbonatos ácidos de cálcio, carbonatos de magnésio e carbonatos de ferro. Podem conter matéria orgânica, bactérias, limos e algas, além de sólidos em suspensão, que, somados ao seu potencial hidrogeniônico (pH), podem acelerar, inibir ou diminuir a taxa de corrosão.

A temperatura e a velocidade de escoamento das águas naturais são fatores que devem ser apreciados na avaliação do caráter corrosivo.

O oxigênio, quando dissolvido na água, pode apresentar ação despolarizante que acelera o processo corrosivo, daí a necessidade de se realizar a desaeração da água utilizada em uma caldeira.



Água do Mar

A água do mar é uma solução salina uniforme consistindo predominantemente de cloretos de sódio e magnésio dissolvidos em água. Embora estejam presentes em pequenas quantidades muitos outros minerais solúveis os efeitos individuais e cumulativos destes minerais são insignificantes na presença dos cloretos dominantes. Então a água pode ser considerada equivalente a uma solução 0,5N de cloreto de sódio. Nesta concentração a solução de cloreto de sódio tem um pico de corrosividade, atuando mais agressivamente sobre o aço do que concentrações mais altas e mais baixas.

Outros fatores que afetam a corrosão incluem:

- a concentração de oxigênio
- degradação de material biológico



Solos

Os principais fatores que influenciam na corrosão causada por solos são:

- Porosidade (aeração), condutividade elétrica, sais dissolvidos, umidade, correntes de fuga, pH e bactérias;
- Correntes elétricas de fuga ou estranhas: podem causar corrosão eletrolítica;
- Bactérias: atacam revestimentos a base de celulose, causando a oxidação da celulose para ácidos, como o acético e o butírico, que atacam o material metálico. Além da ação das bactérias redutoras de enxofre;
- Heterogeneidade do solo: podem originar formação de diferenciações eletroquímicas, com consequentes pilhas de corrosão: caso de solos aerados diferentemente, originando corrosão por aeração diferencial em tubulações enterradas.



Produtos Químicos

Existem produtos químicos altamente corrosivos, com grau de complexidade maior, pelos inúmeros fatores que influenciam o meio: pureza do metal, elementos de natureza eletroquímica diferentes, tipo de superfície de contato, pureza do produto químico, concentração, temperatura e aeração.

Para se chegar ao nível de controle dessas variáveis, é necessário que se tenha acesso às várias tabelas e curvas de controle de concentração e potencial hidrogeniônico (pH), assim como às tabelas de potencial eletroquímico.



Catálogo ASTM Linha Pesada

www.indufix.com.br/catalogo-de-linha-pesada-astm

FORMAS E TIPOS DE CORROSÃO

A corrosão pode ser uniforme, por placas, alveolar, puntiforme, intergranular ou intercristalina, intragranular ou transcristalina, filiforme, por esfoliação, galvânica e pode receber outros nomes que justifiquem a forma analisada.

Variáveis que podem aumentara taxa de corrosão, tendo influência decisiva:

- Velocidade do fluido, o que aumenta a erosão (estreitamento do tubo, cotovelos, mudanças de vazão, etc);
- Temperatura, o que aumenta a velocidade das reações químicas (se for muito alta, diminui a possibilidade de haver vapor d'água na superfície metálica e absorção de gases, diminuindo a possibilidade de corrosão);
- Mudança de composição com o aumento da concentração da espécie corrosiva (entretanto, algumas espécies são passivadas o que reduz a corrosão);
- Fatores mecânicos (sobretensão, fadiga, atrito, etc) Forjado a frio ou deformação plástica em metais dúcteis incrementa sua resistência, entretanto ficam mais suscetíveis à corrosão do que o mesmo material não recozido. Por exemplo, o processo diferencial para fabricar cabeça e ponta de um parafuso são anódicas com relação ao seu corpo. As regiões do parafuso submetidas a maior esforço mecânico durante o processo de fabricação são mais susceptíveis por apresentar um nível energético mais elevado. Contorno de grãos nas regiões de maior nível energético.

A corrosão metálica pode ser classificada conforme a tabela:

MORFOLOGIA	Corrosão uniforme ou generalizada Perfurante (em placas) Pite Intergranular
MECANISMOS	Galvânica Lixiviação seletiva Aeração diferencial (ex. trocadores UIB) Eletrolítica ou por corrente de fuga Tensão fraturante
FATORES MECÂNICOS	Tensão Erosão Fadiga Atrito
MEIO CORROSIVO	Atmosférica Solo Microorganismos Água do mar
LOCALIZAÇÃO	Uniforme Pite Transgranular Intergranular

Corrosão Uniforme

A corrosão uniforme é um tipo de corrosão que se processa aproximadamente igual em toda a superfície exposta ao meio corrosivo. Esse tipo de corrosão também é chamado por alguns de corrosão generalizada, mas esse termo não deve ser apenas usado para corrosão uniforme, pois é possível ter, também, corrosão por pite ou alveolar generalizadas, isto é, em toda a extensão da superfície corroída.

Corrosão em Placas

A corrosão em placas ocorre em algumas regiões da superfície metálica e não em toda sua extensão, formando placas com escavações.

Corrosão Alveolar

A corrosão alveolar ocorre em superfícies metálicas, produzindo sulcos ou escavações, que são semelhantes a alvéolos (pequenas cavidades), apresentando como característica um fundo arredondado e uma profundidade geralmente menor que o seu diâmetro.

Corrosão Puntiforme ou por pite

A corrosão puntiforme (conhecida como pitting corrosion) processa-se em pontos ou em pequenas áreas de uma superfície metálica, produzindo o que chamamos de "pites", que são cavidades que apresentam o fundo em forma angulosa e **profundidade** geralmente maior do que o seu diâmetro.

Esse tipo de corrosão é uma das formas destrutivas e insidiosas de corrosão, causando a perfuração de equipamentos, com apenas uma pequena perda percentual de peso de toda a estrutura. Sendo essa corrosão bem difícil de ser encontrada, pois a sua pequena dimensão acaba geralmente, ficando escondida pelos produtos de corrosão.

Corrosão Intergranular e Intragranular

Intergranular acontece entre os grãos da rede cristalina do material metálico. A Intragranular, nos grãos da rede cristalina do material metálico.

Esses tipos de corrosão podem ser provocados por impurezas nos contornos de grão, e quando se aumenta ou diminui a concentração destes elementos na região dos contornos de grão, o metal perde suas propriedades mecânicas e pode fraturar quando algum esforço mecânico é solicitado, com isso, tendo-se a **Corrosão sob Tensão** Fraturante (CTF) (Stress Corrosion Cracking- SCC).

Corrosão Filiforme

A corrosão filiforme ocorre sob a forma de finos filamentos não profundos, que se propagam em diferentes direções. Esse tipo de corrosão ocorre geralmente em superfícies metálicas revestidas com tintas ou com metais, ocasionando o deslocamento do revestimento.

A corrosão filiforme é mais frequente em superfícies metálicas quando a umidade relativa do ar é maior que 85%, e em revestimentos mais permeáveis a penetração de oxigênio e água ou que apresentem falhas, como riscos, ou, ainda, em regiões de arestas.

Corrosão por Esfoliação

A corrosão por esfoliação é um tipo de corrosão que se processa de forma paralela a superfície metálica. Esse tipo de corrosão pode ocorrer em componentes extrudados que tiveram seus grãos alongados e achatados, criando condições para que inclusões ou segregações, presentes no material sejam transformadas, devido ao trabalho mecânico, em plaquetas alongadas.

O produto de corrosão é volumoso, e ocasiona a separação das camadas contidas entre as regiões que sofrem a ação corrosiva e, como consequência, ocorre a desintegração do material em forma de placas paralelas à superfície.

Esse tipo de corrosão é mais comum em ligas de alumínio das séries 2.000 (Al, Cu, Mg), 5.000 (Al, Mg) e 7.000 (Al, Zn, Cu, Mg).

Corrosão Gráfica

A corrosão gráfica é um tipo de corrosão que ocorre apenas no ferro fundido cinzento em temperatura ambiente, onde o ferro é convertido em produtos de corrosão, restando apenas a grafite intacta.

Dezincificação

A dezincificação é um tipo de corrosão que ocorre em ligas de cobre-zinco (latões), em que se observa o aparecimento de regiões com coloração avermelhada em contraste com a característica coloração amarela dos latões. Nesse tipo de corrosão, ocorre uma corrosão preferencial do zinco, e o cobre restante destaca-se com sua característica cor avermelhada. Empolamento pelo Hidrogênio Nesse tipo de corrosão, o hidrogênio atômico penetra no material metálico e, como ele tem um volume atômico pequeno, ele se difunde rapidamente e em regiões com descontinuidades, como inclusões e vazios, ele se transforma em hidrogênio molecular H₂, exercendo pressão e originando a formação de bolhas, daí o nome de empolamento.

Corrosão Galvânica

A corrosão galvânica ocorre quando dois metais diferentes em contato são expostos a uma solução condutora. Como existe uma diferença de potencial entre metais diferentes, esta servirá como força impulsora para a passagem de uma corrente elétrica através da solução. Daí resultará a corrosão do metal menos resistente, isto é, o metal menos resistente torna-se anódico e o mais resistente torna-se catódico.

Quanto maior a diferença de potencial, maior a probabilidade de corrosão galvânica. As áreas relativas dos dois metais são também importantes. Se a área do metal anódico é bem menor, comparada com a do metal catódico, a corrosão do metal anódico será bastante acelerada. Para combater ou minimizar a corrosão galvânica, recomenda-se uma ou mais das seguintes medidas:

- Escolher combinações de metais tão próximos quanto possível na série galvânica;
- Evitar o efeito de área (ânodo pequeno e cátodo grande);
- Sempre que possível isolar metais diferentes, de forma completa;
- Aplicar revestimento com precaução;
- Adicionar inibidores, para atenuar a agressividade do meio corrosivo;
- Evitar juntas rosqueadas para materiais muito afastados na série galvânica;
- Projetar componentes anódicos facilmente substituíveis ou com espessura bem maior.

Corrosão em Torno do Cordão de Solda

Esse tipo de corrosão ocorre em torno de cordões de solda de aços inoxidáveis não-estabilizados ou com teores de carbono maiores que 0,03%.

Corrosão em Frestas

É uma forma de corrosão localizada que acontece nas regiões com frestas ou fechadas, nas quais o meio corrosivo pode entrar e permanecer em condições estagnadas. A fresta pode ser provocada por um depósito na superfície do material (ancoramento de sujeira, produtos contaminantes e incrustações diversas).



GABARITOS PARA IMPRIMIR

Preparamos um guia onde você encontrará imagens de fixadores em TAMANHO REAL que, ao serem impressas, podem lhe auxiliar a descobrir a medida do item.

www.indufix.com.br/tamanho-real-de-parafusos



TIPO DE CORROSÃO	TIPOS DE METAIS OU LIGAS METÁLICAS AFETADAS	AGENTES CORROSIVOS	MÉTODO DE PREVENÇÃO INDICADO	OBSERVAÇÃO
Corrosão Uniforme	Todos os metais em ambiente atmosférico	<ul style="list-style-type: none"> • Atmosférica • Temperatura 	<ul style="list-style-type: none"> • Pintado • Galvanizado 	<ul style="list-style-type: none"> • Este tipo de corrosão representa 50% de toda a corrosão existente • Raramente provoca falhas mecânicas
Corrosão Intergranular	Todas as ligas - Ni-Cr aço inoxidável austenítico, Ácidos contendo agentes oxidantes (sulfúrico, fosfórico), Ácido orgânico quente, Alto Cl, Água do mar	<ul style="list-style-type: none"> • Precipitações (quedas d'água) • Temperatura 	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento térmico durante a fabricação • Soldagem durante a fabricação 	<ul style="list-style-type: none"> • Perda de resistência e ductilidade • Ataques severos podem levar às falhas mecânicas
Corrosão Galvânica	Materiais Galvânicos combinados, por exemplo, Fe com Cu e aço carbono com aço inoxidável	Diferentes metais em solução eletrolítica	<ul style="list-style-type: none"> • Projeto apropriado; • Materiais de rebitagem/adeseção; • Materiais de acoplamento de isolamento 	Efeito moderado mas pode ser prejudicial por um período mais longo
Corrosão por Fresta	Metal com metal/não metal no eletrólito; Metal em dois eletrólitos; Alumínio e aço inoxidável em água do mar	<ul style="list-style-type: none"> • Pequena diferença de eletrólito (<3,18mm) • Líquido estagnado 	<ul style="list-style-type: none"> • Projeto apropriado; • Materiais de vedação; • Prática de drenagem adequada 	Efeito moderado mas pode ser prejudicial por um período mais longo
Corrosão Puntiforme/ Pite	Aço inoxidável e alumínio em cloreto ou brometo no ambiente (água/solos)	<ul style="list-style-type: none"> • Irregularidades de superfície • Presença de íon de Cl ou Br • Composição química • Temperatura 	<ul style="list-style-type: none"> • Qualidade de superfície • Soldagem adequada • Manuseio correto de material • PREN (seleção correta de materiais) • CPT (Temperatura Crítica de Pite) 	Ataques severos podem levar a falhas mecânicas (segundo maior causador de falhas por corrosão)
Erosão - Corrosão	Aço carbono, aço inoxidável em fluxo de abrasivos	Movimento relativo entre um fluido corrosivo e a superfície metálica	<ul style="list-style-type: none"> • Revestimentos não metálicos • Ligas resistentes à corrosão 	Ataques severos podem levar a falhas mecânicas
Corrosão sob Tensão Fraturante (CTF) (Stress Corrosion Cracking- SCC)	Aço inoxidável, aço carbono em pH alto (pH>9,3) <ul style="list-style-type: none"> • 600-750 mV • Temperatura sensível pH quase neutro (5,5-7,5) • Não sensível a temperatura 	<ul style="list-style-type: none"> • Microestrutura • Região de temperatura • Existência de tensão residual • pH estável • Presença de H²S, íon de cloreto 	<ul style="list-style-type: none"> • Controle de microestrutura durante • Conteúdo de H²S & Temperatura • Temperatura de operação 	<ul style="list-style-type: none"> • Maior causador de falhas por corrosão • CTF encontrados em tubulações de gases e líquidos • Falhas catastróficas por rupturas e vazamentos
Corrosão Microbiana Induzida	Todos os metais em ambiente com: <ul style="list-style-type: none"> • Bactérias redutoras de sulfato • Enxofre/Bactéria oxidante de sulfato • Bactéria Oxidante de Fe/Mn • Bactérias produtoras de ácido orgânico 	<ul style="list-style-type: none"> • Água gravitacional & pelicular • pH 6-8 • Potencial - 42mV para 820mV • Temperatura: 20 °C - 45°C 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação de revestimento orgânico • Práticas de limpeza • Uso de biocida 	Altos gastos em biocidas para combater

PROTEÇÕES CONTRA A CORROSÃO

O conhecimento do mecanismo das reações envolvidas nos processos corrosivos é pré-requisito para o controle efetivo dessas reações. O próprio mecanismo da corrosão pode sugerir modos de combate ao processo corrosivo. Os métodos práticos adotados para diminuir a taxa de corrosão dos fixadores metálicos consistem em modificações nos meios corrosivos e nas propriedades dos metais; emprego de revestimentos protetores (metálicos e não-metálicos) e as proteção catódica e anódica.

Os revestimentos podem ser:

- Metálicos, como por exemplo o **zinco** (processo de zincagem), o **chromo** (cromagem), o **níquel** (niquelagem), o **chumbo** e outros;
- Não-metálicos inorgânicos, que são os revestimentos formados por reações químicas entre o material metálico e o meio corrosivo, como a anodização, que consiste na formação de Al_2O_3 (óxido de alumínio), de grande aderência;
- Não-metálicos orgânicos, como tintas, vernizes etc.



As Tintas de Acabamento e suas Aplicações são:

- Tintas epoxidicas (a base de epóxi), usadas em ambientes internos. Resistem bem a umidade. Podem desbotar quando usadas em superfícies externas.
- Tintas alquídicas (esmaltes), servem para externo e interno. Não resistem a molhamento constante.
- Tintas poliuretânicas e acrílicas. Usadas em externos. Muito resistentes a ambientes industriais e marinhos.

Galvanização

A **galvanização** é todo processo em que metais são revestidos por outros mais nobres, geralmente para proteger da corrosão ou para fins estéticos/decorativos.

O ferro e a maioria dos metais (com exceção do ouro e da platina) possuem menor potencial de redução que o oxigênio e da água e, por isso, esses metais tendem a se oxidar. Assim, quando o ferro está em contato com o ar úmido, é formada uma espécie de pilha em que o oxigênio atua como cátodo ou polo positivo, ocorrendo sua redução (ganho de elétrons). O ferro perde elétrons, sofrendo oxidação e atuando como ânodo ou polo negativo.

O hidróxido de ferro (II), $Fe(OH)_2$, é oxidado a hidróxido de ferro (III), $Fe(OH)_3$, devido à presença do oxigênio. Esse composto perde, então, água e se transforma no óxido de ferro (III) mono-hidratado, $Fe_2O_3 \cdot H_2O$, que possui cor castanho-avermelhada, ou seja, a ferrugem.

Galvanização é um processo de blindagem onde os íons de metais em uma solução são levados a partir de um **campo elétrico** para revestir o eletrodo. O objeto a revestir é conectado ao polo negativo de uma fonte de energia, funcionando como cátodo no qual ocorrerá a redução do metal na forma de depósito superficial, enquanto o metal que sofre a oxidação deve ser ligado a um polo positivo, o ânodo.

No processo, as reações não são espontâneas. É necessário fornecer energia elétrica para que ocorra a deposição do metal a partir dos seus íons mediante fornecimento de elétrons (eletrolise). Trata-se, então, de uma **eletrodeposição** na qual uma corrente contínua é forçada a passar pelos eletrodos e pela solução, fazendo com que o metal que dá o revestimento seja ligado ao polo positivo para promover sua oxidação, repondo na solução os cátions do metal eletrodepositado no objeto condutor ligado ao polo negativo.

Dependendo do metal utilizado para revestir a peça, o nome do processo de galvanoplastia muda. Por exemplo, ao revestir uma peça de níquel, temos um processo chamado de niquelação; se for com cromo, o nome será cromeação; se for com prata, prateação, e assim por diante.

SÉRIE GALVÂNICA DOS METAIS			
	METAL	POT. ELETRODO	
MENOS NOBRES	Zinco	-0,762	ANÓDICOS
	Cromo	-0,710	
	Ferro	-0,440	
	Cádmio	-0,402	
	Níquel	-0,250	
	Estanho	-0,135	
MAIS NOBRES	Chumbo	-0,126	CATÓDICOS
	Cobre	+0,345	
	Prata	+0,800	
	Ouro	+1,680	

Zincagem

Processo em que se reveste uma peça de ferro ou de aço com zinco metálico. Quando uma peça passa por um processo de galvanização, a camada de zinco impede a oxidação do ferro, porque evita que ele entre em contato com o ar e com a água.

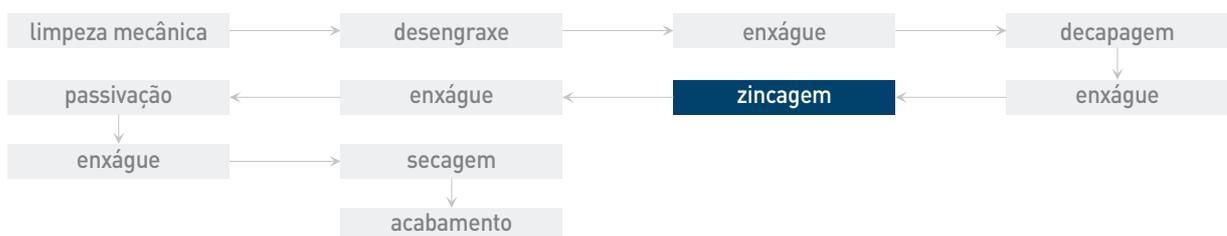
Mas e se o objeto for riscado e o ferro entrar em contato com o ar úmido? Sem problemas, porque inicialmente o ferro se oxidará, mas imediatamente o zinco também se oxidará, pois o potencial de redução do zinco é menor (mais anódico) que o do ferro e do que o do oxigênio e da água. Portanto, a tendência do zinco em oxidar-se é maior.

Quando o zinco se oxida, acontecem duas coisas importantes que impedem o ferro de ser corroído. A primeira é que, visto que seu potencial de redução é menor que o do ferro, ele reduz o cátion Fe^{2+} a ferro metálico novamente. O segundo ponto é que, em contato com o ar e a água, o zinco origina o composto $Zn(OH)_2$, que se deposita sobre o ferro que estava exposto e novamente o protege contra a corrosão originando a proteção catódica, ou seja, o zinco se sacrifica para proteger o ferro.

Os parafusos de alta resistência de classe geral (até classe 8.8) para ABNT NBR 8855 podem ser galvanizados sem dificuldades. Já os parafusos classe 10.9 passam por um processo de galvanização diferente, que não é por eletrodeposição e sim por imersão à quente (ver página 16), e podem exigir limpeza por jateamento, como um tratamento alternativo. Nos parafusos de grade 12.9 e fixadores com maior resistência, deve ser evitada a galvanização devido ao risco de fragilização por hidrogênio. *(Ver sobre Desidrogenação na página 20)

O Banho de Galvanização Eletrolítica também é conhecido como Galvanização a Frio, Zincagem Eletrolítica, Zinco Eletrolítico. A espessura de camada padrão, varia de 3 a 8 microns. Podem ser aplicadas espessuras de camadas maiores, conforme solicitado pelo cliente.

Confira abaixo todas as etapas do processo de galvanização eletrolítica, e a seguir os tipos de zincagem que a Indufix oferece com suas principais características.





Zinco Branco Trivalente

Coloração azulada com variação para branco, muito usado em fixadores pela isenção de cromo hexavalente. Material base: Aço de baixo à médio carbono com ou sem tratamento térmico. Salt-spray: para camada de 3 - 7 micras sem aplicação de selante • 24h Corrosão Branca e 48h Corrosão Vermelha.



Zincado Preto Trivalente

Coloração preta iridescente, com ótima aceitação na indústria automotiva e eletroeletrônica, pela isenção de cromo hexavalente. Material base: Aço de baixo à médio carbono com ou sem tratamento térmico. Salt-spray: para camada de 5 - 8 micras com aplicação de selante • 96h Corrosão Branca e 144h Corrosão Vermelha.



Zinco Amarelo Trivalente

Coloração branca iridescente com tendenciando ao verde, ótima aceitação na indústria automotiva e eletroeletrônica pela alta resistência em salt-spray e ausência de cromo-hexavalente. Material base: Aço de baixo à médio carbono com ou sem tratamento térmico. Salt-spray: para camada de 5 - 8 micras • 96h Corrosão Branca e 132h Corrosão Vermelha.



Zinco Branco Hexavalente

Coloração amarela iridescente, muito usado em fixadores pela alta resistência em salt-spray e custo baixo. Material base: Aço de baixo à médio carbono com ou sem tratamento térmico. Salt-spray: para camada de 3 - 7 micras • 96h Corrosão Branca e 144h Corrosão Vermelha.



Zinco Amarelo Hexavalente / Bicromatizado

Coloração amarela iridescente, muito usado em fixadores pela alta resistência em salt-spray e custo baixo. Material base: Aço de baixo à médio carbono com ou sem tratamento térmico. Salt-spray: para camada de 3 - 7 micras • 96h Corrosão Branca e 144h Corrosão Vermelha.



Zincado Preto Hexavalente

Coloração preta. muito usado em fixadores pela excelente resistência a salt-spray e ótimo fator decorativo. Material base: Aço de baixo à médio carbono com ou sem tratamento térmico (porcas, parafusos, peças usinadas, etc). Salt-spray: para camada de 5 - 8 micras com aplicação de pós-dip • 120h Corrosão Branca e 156h Corrosão Vermelha.



Zinco Ferro Amarelo Hexavalente

Coloração amarela tendenciando ao preto, muito usado em fixadores pela alta resistência em salt-spray e custo compatível. Material base: Aço de baixo à médio carbono com ou sem tratamento térmico. Salt-spray: para camada de 3 - 7 micras • 192h Corrosão Branca e 300h Corrosão Vermelha.



Zincado Ferro Preto Hexavalente

Coloração preta iridescente, muito usado em fixadores pela excelente resistência a salt-spray e boa estética. Material base: Aço de baixo à médio carbono com ou sem tratamento térmico. Salt-spray: para camada de 5 - 8 micras com aplicação de pós-dip • 192h Corrosão Branca e 300h Corrosão Vermelha.

Observação: Para parafusos de aço com tratamento térmico consultar página 20 - Desidrogenação.

Cromo

Também chamada de cromeação, ou cromação, a cromagem é um tipo de galvanoplastia em que um metal é recoberto com uma camada de cromo.

O cromo é um metal de cor branca, é muito duro, quando obtido por eletrodeposição. É resistente ao calor e não sofre embaçamento, e por isto é muito usado como acabamento decorativo de peças. É resistente à corrosão atmosférica e só é atacado pelo ácido sulfúrico e clorídrico.



É extremamente aderente quando depositado sobre aço, o que torna, juntamente com sua dureza muito empregado para fins industriais. Por outro lado, como o cromo repele óleos e meios aquosos deve ser tornado rugoso quando usado em superfícies que devem ser lubrificadas.

Podem ser formados vários tipos de camadas de cromo, conforme o banho utilizado, e conforme sejam as condições de deposição. Assim temos o cromo brilhante, mais usado para fins decorativos. O cromo duro, não brilhante, que pode ser isento de fissuras ou microfissurado para fins técnicos, tendo uma espessura maior do que o cromo brilhante.

Níquel

O níquel é um metal duro, de cor cinza claro, bastante resistente ao ataque químico de vários ácidos, bases e da água. É atacado pelo ácido nítrico, clorídrico e amoníaco.

O níquel depositado eletroliticamente pode ser fosco ou brilhante, dependendo do banho utilizado. Em contato com o ar o níquel sofre embaçamento rápido. Geralmente após a niquelação é feita uma cromagem, o que evita o embaçamento e aumenta a resistência à corrosão.

É aplicável em aço, bronze, cobre, latão, ferro fundido, zamak, alumínio. Não usar na presença de ácidos, bases, cloreto de sódio, alimentos, umidade saturada. Teme substâncias ácidas, alcalinas e soluções com cloreto de sódio. Resiste a temperatura de até 100 °C.

Latão

É uma liga principalmente de cobre e zinco. O latão é resistente à corrosão, mas muito usado como condutor de eletricidade. É também procurado pela sua aparência.



Bronze

É uma liga principalmente de cobre e estanho. O bronze é usado principalmente em ambientes marinhos. Tem melhor desempenho que o aço inoxidável e é muito usado na construção de barcos, devido à sua resistência superior à corrosão. Bronze é semelhante ao cobre na cor e às vezes também é visto na madeira fina, onde é usado para a sua aparência. A principal desvantagem de bronze é o seu elevado custo.



Cobre

No setor de engenharia utiliza-se regularmente a galvanização com cobre como recurso para proteger e preservar o metal. Pode, no entanto, também ser utilizada como camada intermediária em outros processos. É o terceiro metal mais utilizado no mundo.

Utilizada em produtos que devem ser protegidos contra corrosão, alta condutividade termoelétrica e para evitar o emperramento durante o contato com outros materiais. Esse é um processo com aplicação, principalmente, nos setores: aeroespacial, automotivo, eletroeletrônico, petroquímico, alimentício, industrial, siderúrgico, entre outros.



É aplicável em aço, latão, ferro fundido, zamak, alumínio e níquel. Não usar na presença de ácidos, bases, cloreto de sódio, alimentos, umidade saturada. Teme substâncias ácidas, alcalinas e soluções com cloreto de sódio. Resiste a derivados de petróleo e em temperatura de até 100 °C.

Observação: Para parafusos de aço com tratamento térmico consultar página 20 - Desidrogenação.

Zinco-Níquel

As camadas que são produzidas pelo zinco níquel são isentas de tensões, dúcteis e oferecem um perfeito acabamento, tudo isso é devido a excelente penetração que o material possui. Este banho é feito com alto teor de níquel na liga (maior que 12%). Pode ser feito na cor branca, amarela e preta.

Como grande vantagem dos processos em que é utilizado zinco níquel, encontra-se a facilidade de cobertura das peças. Apresentando diferentes formatos, ela consegue proporcionar uma extensão de proteção anticorrosiva, até mesmo em peças que possuem perfis pronunciados.

Fosfato de Zinco

O uso mais difundido é na melhora da absorção de tinta pelas superfícies. Desse modo, consegue ao mesmo tempo um melhor acabamento na pintura sem que para isso o material do produto tenha suas propriedades reduzidas.

Com o fosfato de zinco é possível conseguir que um produto no qual utilize-se óleo se obtenha uma maior resistência à corrosão. Isto se deve ao fato de que o fosfato de zinco melhora a absorção do óleo por um produto metálico. A superfície de metal acaba funcionando de maneira similar a uma esponja no momento em que absorve o óleo que pode ser secativo e não secativo.

Esse tipo de galvanoplastia é bastante aplicado em peças que podem trabalhar em blocos de motores, pois o óleo pode ajudar a reduzir o atrito. É suscetível a agentes agressores quando não oleado. Aplicável em aços e ferros fundidos. Não usar na presença de ácidos ou bases concentrados e alimentos. Suporta até 110 °C.

Estanho

Proteção contra corrosão ou condutividade elétrica, normalmente utilizada em itens ligados à eletroeletrônica. Pode ser realizada por meio de imersão num banho de estanho fundido, por projeção (metalização) ou por deposição eletrolítica.

O banho de estanho tem um aspecto branco e brilhante, uniforme e nivelado, para fins técnicos e decorativos. Aplicado em cobre, latão e suas ligas, ferro fundido, aço, zamac, alumínio e níquel. O banho de estanho diferente do chumbo, cádmio e zinco, não é venenoso, indicado para projetos em que o tratamento superficial não pode conter metais pesados, como por exemplo em máquinas do setor alimentício e farmacêutico.

Este metal resiste à corrosão quando exposto à água do mar e água potável, porém pode ser atacado por ácidos fortes, bases e sais ácidos. O estanho age como um catalisador quando o oxigênio se encontra dissolvido, acelerando o ataque químico.



Observação: Para parafusos de aço com tratamento térmico consultar página 20 - Desidrogenação.

COTAR@INDUFIX.COM.BR

• ENVIE SEU PEDIDO DE COTAÇÃO •

Galvanização a Fogo ou Zincagem por Imersão a Quente

Se a exigência for de uma vida útil longa, é importante especificar a galvanização por imersão a quente.

Especificar simplesmente galvanização pode causar confusão com outros processos de deposição de zinco, que não conferem com a mesma especificação.

Diferencia-se da Galvanização a Frio pela difusão do zinco na rede cristalina da peça. Oferece dupla proteção: Barreira e Catódica.

Normas Aplicáveis

NBR 14267 – 1999

Elementos de fixação – Peças roscadas com revestimentos de zinco por imersão a quente.

Especificação: **Fixa as condições exigíveis para elementos de fixação mecânicos, principalmente parafusos e porcas com rosca normal de M10 a M36.**

Formas de obtenção de elementos roscados galvanizados por imersão a quente:

- alteração na geometria da rosca do parafuso antes da galvanização para que possa ser utilizado com qualquer elemento de fixação normal (porca)
- aplicação do revestimento de zinco na rosca externa do parafuso aumentando seu diâmetro. A rosca da porca deverá ser repassada com o macho adequado. (procedimento aplicado somente quando o parafuso e porca forem fornecidos e usados como conjunto).

Principais pontos da norma:

- Roscas externas não devem ser repassadas (parafusos);
- Roscas internas não são revestidas com zinco, mas sim cortadas ou repassadas após o revestimento da peça bruta (porcas).

Importante: A rosca interna da porca é protegida contra a corrosão pois está em contato com a rosca interna do parafuso, esta sim galvanizada.

O revestimento de zinco por imersão a quente é designado por TZN:



**O SEU
PROJETO
É ÚNICO?**

**SOLUÇÕES
CUSTOMIZADAS
EM FIXADORES
ESPECIAIS**



NBR 6323 – 2007

Produto de aço ou ferro fundido revestido por zinco por imersão a quente.

MASSA DE ZINCO, POR UNIDADE DE ÁREA, DE MATERIAIS ZINCADOS				
Material	Massa mínima por unidade de área (g/m ²)		Espessura mínima equivalente do revestimento (µm)	
	Amostra individual	Média das amostras	Amostra individual	Média das amostras
Fundidos	550	600	77	85
Conformados mecanicamente				
Espessuras (e):				
e < 1,0 mm	300	350	42	49
1,0 mm ≤ e < 3,0 mm	350	400	49	56
3,0 mm ≤ e < 6,0 mm	450	500	63	70
e ≥ 6,0 mm	530	600	74	84
Parafusos:				
∅ ≥ 9,5 mm	305	380	43	53
∅ < 9,5 mm	260	305	37	42

Nota: Um revestimento de zinco com 1 g/m² corresponde a uma espessura de 0,14 µm do revestimento. O valor da espessura do revestimento em µm multiplicado por 7,14 equivale, aproximadamente, à massa da camada em g/m².

ASTM A153 – 2003

Especificação padrão de revestimento de zinco por imersão a quente em produtos de ferro e aço.

ESPESSURA OU PESO (MASSA) DE REVESTIMENTO DE ZINCO PARA DIVERSAS CLASSES DE MATERIAIS				
Classe de material	Peso (massa) de revestimento de zinco, oz/ft ² (g/m ²) da superfície, mínimo		Espessura de revestimento, mils (microns), mínimo	
	Média de Amostras Testada	Qualquer Espécime Individual	Média de Amostras Testado	Qualquer Espécime Individual
Class A - Fundição - Ferro Maleável, Aço Class B - Itens Forjados, laminados e pressionados (exceto aqueles que seriam incluídos em classes C e D)	2.00 (610)	1.80 (550)	3.4 (86)	3.1 (79)
B-1 - 3/16 pol. (4.76 mm) de espessura e mais de 15 pol. (381 mm) de comprimento	2.00 (610)	1.80 (550)	3.5 (85)	3.1 (79)
B-2 menos de 3/16 pol. (4.76mm) de espessura e mais de 15 pol. (381mm) de comprimento	1.5 (458)	1.25 (381)	2.6 (66)	2.1 (53)
B-3 qualquer espessura e 15 pol. (381mm) e sob comprimento	1.30 (397)	1.10 (336)	2.2 (56)	1.9 (48)
Class C - Fixadores c/ mais de 3/8 pol. (9.52mm) em diâmetro e artigos semelhantes Arruelas de 3.16 pol. e 1/4 pol. (4.76 e 6.35 mm) de espessura	1.25 (381)	1.00 (305)	2.1 (53)	1.7 (43)
Class D - Fixadores com 3/8 pol. (9.52mm) e menor diâmetro, rebites, pregos e artigos similares Arruelas com - de 3/16 pol. (4.76mm) espessura	1.00 (305)	0.85 (259)	1.7 (43)	1.4 (36)

Nota: O comprimento da peça, indicado nas classes B-1, B-2, B-3, refere-se ao dimensional final da peça após a fabricação.

Oxidação Negra

Óxido negro (ou oxidação negra) é um revestimento de conversão para materiais ferrosos, cobre e ligas de cobre, zinco, metais sinterizados e solda prata, baseado na imersão da peça em solução de oxidante que modifica a camada superficial do metal o que resultará na produção de um filme de óxido preto uniforme e aderente o qual apresenta uma proteção média, contra a corrosão.

Ele é usado para evitar corrosão em situações não tão exigentes e para a melhorar o aspecto visual. É bastante usual impregnar a camada de óxido com óleo, cera ou verniz, para melhorar a resistência à corrosão.

Não resiste à ácidos concentrados nem à substâncias alcalinas. Evitar uso onde contém cloreto de sódio em solução ou sal. Resistencia a derivados de petróleo.

O brilho do depósito vai depender do estado em que a superfície de peça se encontra:

- Superfícies polidas produzirão filmes pretos brilhantes;
- Superfícies foscas permanecerão foscas após o tratamento.



Eletropolimento

O eletropolimento é um processo eletroquímico utilizado para **polir** a superfície de peças em **aço inoxidável**, consiste em submeter as peças de aços inoxidáveis como anodo (pólo positivo) num eletrólito e aplicar uma corrente contínua durante um tempo determinado de modo a formar uma película polida, uniforme e com resistência a corrosão. É mais aplicado em indústrias farmacêuticas e alimentícias.

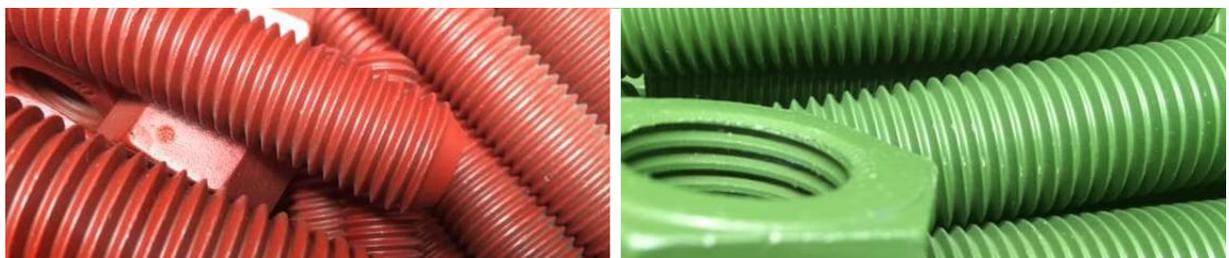
Não suporta ácidos ou bases concentrados, nem temperaturas acima de 2000 °C.

Xylan®

Xylan® é um composto cerâmico metálico (cermet) de elevada resistência a temperatura e a corrosão. Pode ser utilizado em conjunto com galvanoplastia ou isoladamente. Oferece lubrificação e atrito controlados, resistência ao desgaste e a cator, além de ótima antiaderência.

Revestimentos XYLAN® foram originalmente desenvolvidos a partir de fluoropolimeros (PTFE, etc), porém, hoje incluem em sua formulação muitos outros tipos de matérias-primas. Os revestimentos XYLAN® combinam plásticos de alta performance em um meio líquido pronto para ser aplicado ao substrato. Altera o dimensional da peça devido a espessura da camada

A estas ligas plásticas, vários outros materiais funcionais são adicionados. Recentemente sistemas inorgânicos e combinações de orgânico e inorgânico, foram introduzidos.



Produtos, marcas comerciais ou símbolos aqui mencionados pertencem aos seus respectivos proprietários.

Organometálicos

Processo de acabamento inorgânico baseado em água e metais, é isento de cromo hexavalente e trivalente, por isso não agride o ambiente. É isento também de metais tóxicos, tais como cádmio, chumbo e mercúrio. A Indufix oferece os seguintes banhos organometálicos: **Geomet , Dacromet , Zintek e Delta Protekt** .

- Base aquosa
- Eletricamente condutivo
- Ausência completa de fragilização por hidrogênio
- Resistência a produtos orgânicos
- Ausência de interferência em roscas
- Resistência à temperatura
- Resistência à corrosão bimetálica
- Cobertura total das peças
- Alta aderência
- Excelente custo benefício
- Excelente ancoragem para pintura
- Mundialmente disponível ao mercado

Geomet

À base de solventes de revestimentos orgânicos, o sistema de revestimento proporciona alta proteção contra a corrosão (acima de 500 horas em névoa salina) , umidade, sal e outros elementos corrosivos. Resiste à altas temperaturas.



TIPO DE REVESTIMENTO	CORROSÃO VERMELHA
Zincado Branco	36
Zincado Amarelo	72
Zincado Preto	72
Zinco Ferro Amarelo	300
Zinco Ferro Preto	300
Zinco a Fogo	500
GEOMET® 321/720 - Grau A	500
GEOMET® 321/720 - Grau B	1000
GEOMET® 500 - Grau A	500
GEOMET® 500 - Grau B	1000

CARACTERÍSTICA	GEOMET	ZINCADO A FOGO
Fragilização por Hidrogênio	Ausente	Afeta (1)
Interferência na rosca	Ausente	Afeta
Aderência	Média	Média
Cobertura total da peça	Alta	Alta
Condutibilidade elétrica	Boa	Boa
Resistente a temperaturas até 250 °C	Atende (5)	Atende (5)
Resistência a corrosão vermelha em ensaio de Salt Spray (500 h)	Atende	Atende
Resistência a corrosão vermelha em ensaio de Salt Spray (1000 h)	Atende (3)	Não Atende
Resistência ao Intemperismo	Média	Alta
Aspecto estético	Bom	Regular
Utilização em peças pequenas (a partir de 4 mm)	Atende	Não Atende
Compatibilidade galvânica	Bom	Regular
Proteção por passivação	Média	Alta
Auto Reparo	Média	Alta
Dispersão da tensão de aperto	Baixa	Alta
Controle do atrito	Com	Sem
Resistência aos raios UV	Alta	Alta

(1) Produtos com elevado grau/classe de resistência. (2) O processo garante o controle de camada. (3) A resistência aumenta com a combinação de Base Coat e Top Coat. (4) Com aplicação de Top Coat. (5) Acima de 250 °C o produto pode haver alterações nas propriedades mecânicas.

Produtos, marcas comerciais ou símbolos aqui mencionados pertencem aos seus respectivos proprietários.

Desidrogenação

A fragilização por hidrogênio é associada a fixadores com dureza superior a 30 HRC e produzidos com aço carbono ou aço liga. Seu efeito pode causar diminuição da ductilidade, causando trincas ou rupturas nos fixadores, ainda que aplicados sob tensões bem abaixo de suas resistências ao escoamento.

A absorção do hidrogênio livre do banho eletrolítico, ou de qualquer outra fonte, pode provocar a fragilidade do material. A decapagem ácida e a eletrodeposição de zinco estão entre os tratamentos superficiais mais comuns que causam a hidrogenização.

Isto ocorre porque o hidrogênio atômico se difunde nos contornos dos grãos e migra para os pontos de maior concentração de tensões quando o fixador é apertado, aumentando a pressão até que a resistência do metal base seja excedida, e em pouco tempo ocorrem rupturas na superfície.

O hidrogênio se move e penetra rapidamente nas novas rupturas. Este ciclo de pressão, penetração e ruptura continua até o fixador romper-se, o que geralmente ocorre horas após a primeira tensão aplicada.

Para neutralizar a fragilização por hidrogênio, os fixadores devem passar por um processo de **desidrogenação**.

Não é possível prever exatamente o tempo e a temperatura deste processo, que pode variar de 3 a 24 horas a temperaturas próximas a 200° C, considerando o tipo e o tamanho do fixador, suas dimensões, propriedades mecânicas, processos de limpeza, espessura da camada depositada e processo utilizado no tratamento superficial por eletrodeposição.

O processo de desidrogenação deve ser efetuado em, no máximo, 4 hora após o tratamento superficial.

A fragilidade por hidrogênio ocorre especialmente em níveis de resistência mais elevados, onde se situam os parafusos Allen classe 12.9, Arruelas molas e demais fixadores de alta resistência mecânica. Por este motivo, não se recomenda, sob nenhuma hipótese, a zincagem em fixadores com dureza acima de 40 HRC.

Uma das alternativas para evitar a fragilização por hidrogênio em fixadores de alta resistência é utilizar um processo de tratamento superficial que não tenha oferta de hidrogênio, como por exemplo, um organometálico, tais como:

- Geomet®;
- Dacromet®;
- Zintek®;
- Delta Protekt®.

Estes processos não utilizam limpeza por meio de decapagem ácida, principal fonte de fragilização por Hidrogênio.

Produtos, marcas comerciais ou símbolos aqui mencionados pertencem aos seus respectivos proprietários.



GABARITOS PARA IMPRIMIR

Preparamos um guia onde você encontrará imagens de fixadores em TAMANHO REAL que, ao serem impressas, podem lhe auxiliar a descobrir a medida do item.

www.indufix.com.br/tamanho-real-de-parafusos

Níquel Químico

O banho de Níquel Químico (também conhecido como Níquel Duro, Níquel Duro Químico, Níquel Fósforo e Níquel Fosco) é um tratamento técnico de superfície de alta qualidade, tipicamente usado para prolongar de forma relevante a vida útil de um componente. Amplamente utilizado nos mais variados segmentos, possui a combinação de diversas propriedades técnicas sendo a solução para inúmeros projetos.

Oferece resistência a corrosão, dureza/resistência ao desgaste, uniformidade de revestimento, condutividade e lubrificidade.

É usado em superfícies onde existe atrito e desgaste. O alto nível de dureza, aliado as propriedades lubrificantes, prolongam de forma relevante a vida útil do componente.

Tem espessuras de camada uniformes, sendo assim, a superfície da peça é revestida totalmente, independente da forma geométrica obtendo pouca variação, aumentando a qualidade do processo e durabilidade do componente. Por esta propriedade dispensa a necessidade de retífica posterior. Esta excelente uniformidade é relevante para projetos com tolerâncias críticas.

Remete ao aspecto do Aço Inox levemente amarelado. O brilho e a rugosidade dependerão do estado do material base.

O depósito do metal é obtido por uma reação autocatalítica (não é por eletrodeposição), onde ao imergir a peça em uma solução de níquel químico ocorre a reação de formação do depósito por toda a superfície da peça

Pode ser aplicado nos seguintes materiais base:

- Ferro e Ferro Fundido;
- Aço Carbono (Inclusive Temperado);
- Alumínio, ligas de Alumínio e Alumínio fundido;
- Cobre, Latão e Bronze;
- Aço Inoxidável;
- Níquel e ligas;
- Zamac;
- Ligas de Estanho.

Por aumentar a durabilidade e performance do componente, o banho de níquel químico reduz o custo final a um curto prazo (eficácia, conforme espessura de camada). Em alguns casos, também é uma alternativa interessante em relação ao Cromo Duro e ao Aço Inoxidável.



**NECESSITA
DE AUXÍLIO
TÉCNICO?**

A NOSSA
ENGENHARIA
DE QUALIDADE
VAI ATÉ VOCÊ!



NORMAS MAIS USADAS

Normas mais usuais para realização dos ensaios de qualidade

		ABNT NBR	ASTM	DIN	ISO
Teste de Corrosão	Névoa Salina	8094	B 117	50 021	9227
	Corrodkote	9100	B 380	50 958	4541
	Kesternich	8096	G 87	50 018	
	N.S. Cuproacética	8824	B 368	50 021 CASS	9227 CASS
	Câmara Úmida	8095	D 2247	50 017	6270
Medição de Camada	Microscopia		B 487	50 950 EN ISO 1463	1463
	Raio X		B 568	50 987 EN ISO 3497	3497
	Magnético		B 499	50 981 EN ISO 2178	2178
	Coulométrico		B 504	50 955	2177
Outros Ensaios	Fragilização por Hidrogênio			50 969	
	Presença de Cr VI		D 6492	50 993	3613
	Aderência		B 571 D 3359	EN ISO 2819	

Normas mais usuais nos diversos segmentos

		ABNT NBR	ASTM	DIN	ISO	
Eletrodeposição	Cobre		B 456 B 734		1456	
		Níquel		B 456 B 689		1456 1458
	Cromo			B 456		1456
	Zinco	10 476		50 961 EN 12 329	2081	
	Zinco ligas		B 840 (Zn/Co) B 841 (Zn/Ni) B 842 (Zn/Fe)		15 726 (Zn/Ni, Zn/Fe, Zn/Co)	
	Outras deposições	Estanho		B 545	50 965	
		Níquel Químico		B 733		4527
Fosfato			F 1137	50 942 EN 12 476		
Tratamento do Alumínio	Galvanização a fogo	6323	A 153 A123/A123M	EN ISO 1461		
		Anodização	12 609 14 231 (dura) 14 232	B 580		
	Cromatização		B 449			
Cromação de Plástico	Niquelação e Cromação			50 967		
	Cobre		B 604			
	Níquel		B 604			
	Cromo		B 604			

Catálogo ASTM Linha Pesada

www.indufix.com.br/catalogo-de-linha-pesada-astm

Normas ABNT

NORMA	APLICAÇÃO
NBR 6 323	Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente. Especificação.
NBR 8 094	Método para a execução de ensaios de exposição à névoa salina em materiais metálicos revestidos e não revestidos.
NBR 8 095	Método para a execução de ensaios de exposição de revestimentos em 100% umidade relativa.
NBR 8 096	Método para a execução de ensaios de exposição com atmosfera carregada de dióxido de enxofre – Kesternich.
NBR 8 824	Materiais metálicos revestidos e não revestidos - Corrosão por exposição à névoa salina Cuproacética.
NBR 9 100	Ensaio de corrosão pelos métodos Corrodokote modificado. Método de ensaio.
NBR 10 476	Revestimento de Zinco Eletrodepositado sobre Ferro ou Aço – Especificações.
NBR 12 609	Tratamento de Superfície do Alumínio e suas Ligas – Anodização para fins Arquitetônicos.
NBR 14 231	Tratamento de Superfície do Alumínio e suas Ligas - Anodização do alumínio e suas ligas para fins Técnicos - Anodização dura
NBR 14 232	Alumínio e suas ligas - Tratamento de superfície - Anodização para bens de consumo.

Normas ASTM

NORMA	APLICAÇÃO
A 123/ A 123 M A 153	Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel – Products Especificação padrão para camadas de zinco por imersão a quente em ferro e aço – Produtos Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware Especificação padrão para camadas de zinco por imersão a quente de artigos de ferro e aço
B 117	Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus Padrão para operação do aparelho de névoa salina
B 368	Standard Test Method for Copper-Accelerated Acetic Acid-Salt Spray (Fog) Testing (CASS Test) Método padrão para teste acelerado de névoa salina cuproacética - teste CASS
B 380	Standard Test Method of Corrosion Testing of Decorative Electrodeposited Coatings by the Corrodokote Procedure Método de ensaio de corrosão de revestimentos decorativos eletrodepositados pelo método do Corrodokote
B 449	Standard Specification for Chromates on Aluminum Especificação padrão para cromatos em alumínio
B 456	Standard Specification for Electrodeposited Coatings of Copper Plus Nickel Plus Chromium and Nickel Plus Chromium Especificação padrão para eletrodeposição dos revestimentos de cromo/níquel/cobre e cromo/níquel
B 487	Standard Test Method for Measurement of Metal and Oxide Coating Thickness by Microscopical Examination of a Cross Section Método de teste para medição de metal e espessura de revestimento por análise microscópica de uma seção transversal
B 499	Standard Test Method for Measurement of Coating Thicknesses by the Magnetic Method: Nonmagnetic Coatings on Magnetic Basis Metals Método de teste para medição de espessuras de revestimento pelo método magnético: para revestimentos não magnéticos em base de metal magnético
B 504	Standard Test Method for Measurement of Thickness of Metallic Coatings by the Coulometric Method Método de teste para medição de espessura do revestimento metálico pelo método coulométrico
B 545	Standard Specification for Electrodeposited Coatings of Tin Especificação padrão para revestimento de estanho eletrodepositado
B 568	Standard Test Method for Measurement of Coating Thickness by X-Ray Spectrometry Método de teste para medição de espessura do revestimento por espectrometria de raio-x
B 571	Standard Practice for Qualitative Adhesion Testing of Metallic Coatings Prática padrão para testes de aderência qualitativa de revestimentos metálicos
B 580	Standard Specification for Anodic Oxide Coatings on Aluminum Especificação padrão para anodização do alumínio
B 604	Standard Specification for Decorative Electroplated Coatings of Copper Plus Nickel Plus Chromium on Plastics Especificação padrão para eletrodeposição dos revestimentos de cromo/níquel/cobre sobre plásticos
B 633	Standard Specification for Electrodeposited Coatings of Zinc on Iron and Steel Especificação padrão para revestimentos eletrodepositados de zinco em ferro e aço
B 689	Standard Specification for Electroplated Engineering Nickel Coatings Especificação padrão para revestimentos de níquel eletrodepositado para uso na engenharia
B 733	Standard Specification for Autocatalytic (Electroless) Nickel-Phosphorus Coatings on Metal Especificação padrão para revestimentos de níquel químico sobre meta
B 734	Standard Specification for Electrodeposited Copper for Engineering Uses Especificação padrão para revestimentos de cobre eletrodepositado para uso na engenharia

B 840	Standard Specification for Electrodeposited Coatings of Zinc Cobalt Alloy Deposits Especificação padrão para revestimentos eletrodepositados de camadas de ligas zinco cobalto
B 841	Standard Specification for Electrodeposited Coatings of Zinc Nickel Alloy Deposits Especificação padrão para revestimentos eletrodepositados de camadas de ligas zinco níquel
B 842	Standard Specification for Electrodeposited Coatings of Zinc Iron Alloy Deposits Especificação padrão para revestimentos eletrodepositados de camadas de ligas zinco ferro
D 2247	Standard Practice for Testing Water Resistance of Coatings in 100 % Relative Humidity Método para testes de resistência à água de revestimentos em 100% de umidade relativa
D 3359	Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test Métodos padrão de ensaio para medir a aderência por fita adesiva – “Tape-Test”
D 6492	Standard Practice for Detection of Hexavalent Chromium On Zinc and Zinc/Aluminum Alloy Coated Steel. Método padrão para identificação de cromo hexavalente em revestimentos de zinco e ligas de zinco alumínio sobre açoQ
D 1137	Standard Specification for Phosphate/Oil and Phosphate/Organic Corrosion Protective Coatings for Fasteners Especificação padrão para camadas protetoras de corrosão de fosfato/óleo e fosfato/orgânicos para fixadores
G 87	Standard Practice for Conducting Moist SO2 Tests Prática padrão para realização dos ensaios em atmosfera de SO2

Normas DIN

NORMA	APLICAÇÃO
50017	Atmospheres and Their Technical Application; Condensation Water Test Atmospheres Variações climáticas e suas aplicações técnicas; ensaio em atmosfera de água condensada
50018	Testing in a saturated atmosphere in the presence of sulfur dioxide Testes em uma atmosfera saturada na presença de dióxido de enxofre - Kesternich
50021	Spray tests with different sodium chloride solutions Padrão para operação do aparelho de névoa salina com diversas soluções de cloreto de sódio
50942	Phosphating of metals; Principles, Methods of test Fosfatização de metais; princípios, métodos de ensaio
50950	Testing of Electroplated Coatings; Microscopic Measurement of Coat Thickness Testes de revestimentos eletrodepositado; medição microscópica da espessura do revestimento
50955	Measurement of Thickness of Metallic Coatings by local anodic dissolution; Coulometric methods Medição de espessura de revestimentos metálicos por dissolução anódica local; método coulométrico
50958	Modified Corrodokote Test for Electrodeposited Coatings Teste de corrodokote modificados para camadas eletrodepositadas
50961	Electroplated Coatings Zinc and Cadmium Coatings on Iron and steel - Chromate Treatment of Zinc and Cadmium Coatings Revestimentos galvânicos, revestimentos de zinco e cádmio sobre materiais metálicos; conceitos, ensaio de corrosão e resistência à corrosão
50965	Electroplated coatings - Tin coatings on iron steel and on copper and copper alloys Camadas eletrodepositadas de estanho sobre ferro, aço e sobre cobre e suas ligas
50967	Metallic coatings - Electrodeposited coatings of nickel and nickel plus chromium on aluminum and aluminum alloys Revestimentos metálicos – eletrodeposição de camadas de níquel e cromo sobre níquel em alumínio e suas ligas
50969	Testing of High-Strength Steel Building Elements for Resistance to Hydrogen-Induced Brittle Fracture and Advice on the Prevention of Such Fracture Testes de elementos de construção de aço para resistência à ruptura pela indução por hidrogênio (fragilização) e conselhos sobre a prevenção para fragilização – ensaio de tração
50981	Measurement Of Coating Thickness; Magnetic Methods For Measurement Of Thickness Of Non - Ferromagnetic Coatings On Ferromagnetic Material Medição de espessura para revestimentos; métodos magnéticos para medição de espessura de revestimento não - ferromagnético sobre material ferromagnético
50987	Measurement of coating thickness by the X-ray spectrometric method Medição de espessura do revestimento pelo método baseado na espectrometria de raio-x
50993	Determination of chromium VI in layers of protection against corrosion Determinação do cromo VI em camadas de proteção contra corrosão



FERRUGEM?

Baixe nosso guia técnico e verifique se sua atual escolha de tratamento superficial de fixadores é a mais adequada para a sua aplicação.

www.indufix.com.br/guia-de-acabamentos-superficiais

GUIA DE ACABAMENTOS SUPERFICIAIS

Normas DIN EN ISO

NORMA	APLICAÇÃO
1461	Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles - Specifications and test methods Camadas de zinco galvanizado na fabricação de artigos de ferro e aço - especificações e métodos de testes - zinco a fogo
1463	Metallic and Oxide Coatings – Measurement of Coating Thickness; Microscopical Method Medição da espessura do revestimento método microscópico - camadas de óxido metálico
2178	Non-Magnetic Coatings on Magnetic Substrates – Measurement of Coating Thickness – Magnetic Method Revestimentos não magnéticos em metais-base magnéticos - medição da espessura da camada pelo processo magnético
2819	Metallic Coatings on Metallic Substrates – Electrodeposited and Chemically Deposited Coatings – Review of Methods Available for Testing Adhesion Revestimentos metálicos em substratos metálicos – eletro e quimicamente depositados – revisão dos métodos disponíveis para testes de aderência
3497	Metallic Coatings – Measurement of Coating Thickness – X-Ray Spectrometric Methods Método de teste para medição de espessura do revestimento por espectrometria de raio-x

Normas DIN EN

NORMA	APLICAÇÃO
12329	Corrosion Protection of Metals – Electrodeposited Coatings of Zinc with Supplementary Treatment on Iron and Steel Proteção contra a corrosão de metais – revestimentos de zinco eletrodepositado com tratamento complementar em ferro e aço
12476	Phosphate conversion coatings of metals - Method of specifying requirements Camada de conversão de fosfato de metais - método de especificação e requisitos

Normas ISO

NORMA	APLICAÇÃO
1456	Metallic coatings – Electrodeposited coatings of nickel plus chromium and of copper plus nickel plus Chromium Revestimentos metálicos – eletrodeposição de camadas de níquel e cromo e de cobre e níquel e cromo
1458	Metallic coatings – Electrodeposited coatings of nickel Revestimentos metálicos – eletrodeposição de camadas de níquel
1463	Metallic and Oxide Coatings – Measurement of Coating Thickness; Microscopical Method Medição da espessura do revestimento; método microscópico - camadas metálicas e óxidos
2081	Metallic coatings – Electroplated coatings of zinc on iron or steel Revestimentos metálicos – revestimentos eletrodepositados de zinco em ferro ou aço
2177	Metallic Coatings – Measurement of Coating Thickness – Coulometric Method by Anodic Dissolution Revestimentos metálicos – medição da espessura do revestimento – método coulométrico por dissolução anódica
2178	Non-Magnetic Coatings on Magnetic Substrates – Measurement of Coating Thickness – Magnetic Method Revestimentos não magnéticos em substratos magnéticos - medição da espessura da camada pelo processo magnético
3497	Metallic coatings – Measurement of coating thickness – X-ray spectrometric methods Revestimentos metálicos - medição da espessura do revestimento - método baseado na espectrometria de raio-x
3613	Chromate conversion coatings on zinc, cadmium, aluminum-zinc alloys and zinc-aluminum alloys – Test methods Revestimentos de conversão de cromato em zinco, cádmio, ligas de alumínio-zinco e ligas de zinco alumínio - métodos de ensaio (Obs: Método de verificação da ausência de Cr 6 no depósito)
4527	Autocatalytic nickel-phosphorus coatings - Specification and test methods Camadas de níquel químico – especificações e métodos de testes
4541	Metallic and other non-organic coatings – Corrodokote corrosion test (CORR test) Revestimentos metálicos e outros não-orgânicos - ensaio de corrosão corrodokote
6270	Determination of resistance to humidity. Continuous condensation. Determinação da resistência à umidade – condensação contínua
9227	Corrosion tests in artificial atmospheres — Salt spray tests Ensaio de corrosão em atmosferas artificiais – ensaios de névoa salina
15726	Metallic coatings and other inorganic coatings. Electrodeposited zinc alloys with nickel, cobalt or iron Revestimentos metálicos e outros revestimentos inorgânicos. Ligas de zinco eletrodepositadas com níquel, cobalto ou ferro

DÚVIDAS E ERROS FREQUENTES

Aparência da peça

Um erro bem comum é julgar a qualidade do acabamento superficial pela aparência da peça. Ao menos que seja necessário para fins estéticos, a proteção contra corrosão não garante a uniformidade da superfície, e esta não está relacionada com a eficiência da proteção contra corrosão.

Portanto, uma peça com acabamento superficial com aparência não uniforme não significa que a proteção anti corrosão está inadequada. As camadas de micras podem estar corretas e a peça não estar lisa, brilhante e com sua cor uniforme.

Nos casos em que a estética do parafuso é importante, indica-se que seja avisado para que o acabamento seja finalizado com essa especificação.



Peças oleadas

As peças **somente** oleadas não estão protegidas contra a corrosão, ao menos que o óleo seja repostado sempre que a peça se seque. Indica-se o uso de óleos, vernizes e ceras em conjunto com acabamentos superficiais, inclusive na armazenagem de peças.

Quais processos podem causar a hidrogenização nos parafusos?

A decapagem ácida e a eletrodeposição de zinco estão entre os tratamentos superficiais mais comuns que causam a hidrogenização, onde enfraquece a peça.

A fragilização por hidrogênio é associada a fixadores com dureza superior a 30 HRC e produzidos com aço carbono ou aço liga. Seu efeito pode causar diminuição de ductilidade, trincas ou rupturas nos fixadores, ainda que aplicados sob tensões abaixo de suas resistências ao escoamento. A absorção do hidrogênio livre do banho eletrolítico, ou de qualquer outra fonte, pode provocar a fragilidade do material. Isso ocorre porque o hidrogênio atômico que migrou para os contornos dos grãos (ponto de maior concentração de tensão) gera uma pré-tensão no fixador que, ao apertado, excede sua capacidade de carga, ocorrendo, em pouco tempo, sua fratura (ver pág. 20).

Não confunda Niquelação com Zinco-Níquel

O banho de Zinco-Níquel é feito com alto teor de níquel na liga - de 5% à 15% (pág. 15). Enquanto que na niquelagem simples por eletrodeposição, essa porcentagem é menor.

Existe ainda o banho de Níquel Químico, onde o depósito do metal é obtido por uma reação autocatalítica, onde ao imergir a peça em uma solução de níquel químico ocorre a reação de formação do depósito por toda a superfície da peça (pág. 21).

Galvanizado ou Zincado?

- **GALVANIZAÇÃO** (pág. 11): processo em que metais são revestidos por outros mais nobres, geralmente para proteger da corrosão ou para fins estéticos/decorativos.
- **ZINCAGEM** (pág. 12): processo galvânico em que se reveste uma peça de ferro ou de aço com zinco metálico. A galvanização pode ser através do processo de eletrodeposição. O Banho de Galvanização Eletrolítica também é conhecido como Galvanização a Frio, Zincagem Eletrolítica ou Zinco Eletrolítico.
- **GALVANIZAÇÃO A FOGO** (pág. 16): ao contrário da galvanização a frio, este processo não ocorre por eletrodeposição e sim por imersão a quente, difundindo o zinco pela rede cristalina da peça. Oferece dupla proteção (barreira e catódica) e uma vida útil maior.

As peças em Inox podem receber acabamento superficial?

Para evitar a corrosão galvânica nos aços inoxidáveis, é possível aplicar um acabamento superficial. A galvanização eletrolítica é amplamente utilizada nesses casos, podendo ser com qualquer um dos metais apresentados da página 11 à 15.

As soluções envolvendo aço inox e outros metais são possíveis mas requerem cuidados especiais para se evitar a formação de par galvânico.

O par galvânico ocorre quando dois metais dessemelhantes estão em contato em presença de um eletrólito. A diferença de potencial entre ambos, em função de um meio corrosivo ou de uma solução condutora, produzirá um fluxo de elétrons entre eles. O material menos resistente corroerá com maior intensidade, tornando-se anódico. A força impulsora para a circulação da corrente e, conseqüentemente da corrosão, é a diferença de potencial entre os dois metais.

A relação entre as áreas catódicas e anódicas de um par galvânico é outro efeito a ser considerado. Uma relação de área desfavorável consiste em um grande catodo e um pequeno anodo. A maior densidade de corrente na área anódica gera uma maior taxa de corrosão no anodo, para manter o equilíbrio elétrico entre as reações catódica (de proteção) e anódica (de corrosão). (ver tabela de série galvânica dos metais pág. 12)

Portanto, quando for necessário o contato de dois metais dessemelhantes, deve-se prever um isolamento entre ambos (revestir ou pintar o material mais nobre).

Métodos para a prevenção e combate à corrosão galvânica:

- Selecionar os materiais metálicos de modo que estejam mais próximos na série galvânica;
- Evitar o efeito de área desfavorável, evitando pequeno anodo e grande catodo;
- Isolar materiais metálicos dessemelhantes onde for possível, aplicando, por exemplo, revestimento à base de epóxi;
- Aplicar um terceiro metal que seja anódico a ambos os metais em contato.

SOMOS
DESTAQUE DE
MERCADO NOS
ITENS EM

INOX

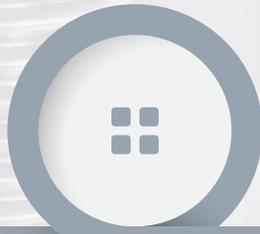
O MELHOR PREÇO É O NOSSO





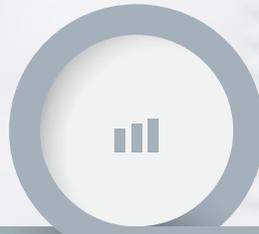
+7300 CLIENTES ATIVOS

Que encontraram na Indufix o seu parceiro ideal no fornecimento de elementos de fixação. Parafuso é coisa séria e o nosso time de vendedores técnicos está pronto para lhe orientar na melhor escolha em fixadores para a sua empresa.



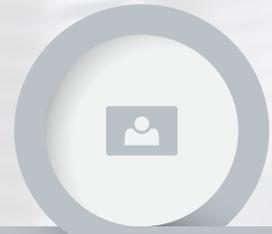
+6500 ITENS NO CATÁLOGO

A alta qualidade começa com a seleção da matéria-prima correta (como por exemplo, para fabricação de Parafuso INOX), decidir o método de produção certo de acordo com as normas internacionais, e, finalmente, testar e provar o resultado.



28 ANOS DE EXPERIÊNCIA

Há 28 anos a Fábrica de Parafusos, Porcas e Arruelas Indufix é líder do mercado brasileiro na fabricação e distribuição de elementos de fixação, normatizados ou especiais, com garantia de qualidade e inovação.



+180 COLABORADORES

Desde a sua fundação e durante nossa jornada, os valores de nossa família serviram como alicerce para a formação de uma cultura corporativa baseada em um só compromisso: servir cada um de nossos clientes de forma única, garantindo a sua satisfação.

A NOSSA ESTRATÉGIA PARA O SUCESSO

Com todos esses anos de cooperação com nossos clientes, conseguimos descobrir como promover um impacto sustentável para as empresas. Identificamos que é preciso fortalecer a capacidade competitiva de nossos clientes. Por isso, os apoiamos nestes três principais áreas estratégicas. E isso para nós é uma filosofia que nos motiva todos os dias a estar sempre um passo à frente.

01	02	03
<p>SOLUÇÕES</p>  <p>Em primeiro lugar, buscamos encontrar soluções ideais na avaliação e utilização da melhor peça de fixação para a aplicação específica pretendida nos produtos dos nossos clientes. Atendimento técnico em todas as etapas de compra.</p>	<p>APLICAÇÃO</p>  <p>Em segundo lugar, a partir do momento que nossos clientes começam a desenvolver um novo produto, nossa engenharia de aplicação oferece as soluções personalizadas mais inteligentes para todos os possíveis desafios de fixação.</p>	<p>LOGÍSTICA</p>  <p>E em terceiro lugar, cuidamos do máximo alinhamento da logística na produção e entrega de produtos com qualidade, conformidade e pontualidade, eliminando custos de aquisição na cadeia de fornecimento de parafusos, porcas e arruelas.</p>

#PRODUTIVIDADE

#EncontrarSoluções	#AlinhamentoDaLogística	#EngenhariaDeAplicação
#TecnologiaInovadora	#Confiabilidade	#TempoDeEntrega
#AltaQualidade	#ProcessosCurtos	#Rendimento





cotar@indufix.com.br

www.indufix.com.br

(11) 3207.8466

Rua dos Alpes, 181 | Cambuci | SP



INDUFIX
PARAFUSOS E PORCAS

