CORROSÃO · SÉRIE GALVÂNICA · METAIS DISSIMILARES · DOCUMENTO DE REFERÊNCIA · PÚBLICO

Corrosão galvânica e compatibilidade

Quais metais podem estar em contato — a série galvânica e as regras do índice anódico — além das outras formas de corrosão e de como eliminá-las do projeto de um conjunto.

REVISÃO	PUBLICADO	RESPONSÁVEL	COMPLEMENTO
1.0	June 2026	Engenharia Ideambox	Referência em PDF

RESUMO

Quando dois metais dissimilares se tocam na presença de um eletrólito (até mesmo a umidade do ar), o mais ativo se corrói preferencialmente — é a corrosão galvânica. É uma das falhas em campo mais comuns, e mais evitáveis, em conjuntos com materiais diferentes. A série galvânica e algumas regras indicam quais pares são seguros.

A Seção 1 explica a corrosão galvânica. A Seção 2 apresenta a série galvânica / índice anódico. A Seção 3 traz as regras de compatibilidade. A Seção 4 aborda as outras formas de corrosão. A Seção 5 trata da mitigação. A Seção 6 é um checklist.



SUMÁRIO

1. Corrosão galvânica
2. Série galvânica (índice anódico)
3. Regras de compatibilidade
4. Outras formas de corrosão
5. Mitigação
6. Checklist

1. Corrosão galvânica

A corrosão galvânica precisa de **três condições simultâneas** — elimine qualquer uma e ela para:

1. **Dois metais dissimilares** (nobrezas diferentes),
2. um **eletrólito** que os conecte (água do mar, condensação, até ar úmido), e
3. **contato elétrico** entre eles.

O metal mais ativo (anódico) torna-se o ânodo e se corrói mais rápido do que se estivesse sozinho; o metal mais nobre (catódico) fica protegido. Quanto maior a diferença de nobreza e mais condutor o eletrólito, mais rápido é o ataque.

`Ânodo`	O metal mais ativo — ele se corrói (perde material)
`Cátodo`	O metal mais nobre — ele fica protegido
`Índice anódico`	A nobreza de um metal em uma escala de 0 (nobre) → 1.75 (ativo); a *diferença* indica o risco
`Razão de áreas`	Área do cátodo / área do ânodo — um cátodo grande atuando sobre um ânodo pequeno é o caso perigoso

2. Série galvânica (índice anódico)

Ordenada do **nobre (catódico, protegido)** ao **ativo (anódico, se corrói)** — a diferença de índice entre dois metais acoplados indica o risco (no estilo da MIL-STD-889):

METAL	ÍNDICE ANÓDICO (V)
Ouro, platina, grafite	0.00
Prata	0.15
Inox (passivo), titânio, níquel	0.30
Cobre, latão, bronze	0.40
Estanho, chumbo, solda	0.65
Inox (ativo)	0.50–0.85
Aço carbono, ferro fundido	0.85
Ligas de alumínio	0.90–0.95
Cádmio	0.80
Zinco (e galvanização)	1.25
Magnésio	1.75

O zinco e o alumínio são deliberadamente **de sacrifício** — a galvanização e os primers ricos em zinco protegem o aço corroendo-se primeiro. O inox é nobre *quando passivo*, mas se desloca para o lado ativo em frestas estagnadas e sem oxigênio.

3. Regras de compatibilidade

Mantenha a **diferença de índice anódico** abaixo do limite para o ambiente:

AMBIENTE	DIFERENÇA MÁXIMA DE ÍNDICE
Agressivo / marinho / externo	≤ 0.15 V
Interno normal	≤ 0.25 V
Seco / com temperatura e umidade controladas	≤ 0.50 V

E atenção à **razão de áreas**: um *ânodo pequeno* alimentando um *cátodo grande* se corrói rapidamente (por exemplo, um parafuso de aço em uma grande chapa de cobre — ruim; um parafuso de cobre em uma grande chapa de aço — bem menos). Os fixadores devem ser pelo menos tão nobres quanto as peças que unem.

4. Outras formas de corrosão

FORMA	CAUSA	COMO PREVENIR
Uniforme	oxidação generalizada	revestimentos, pintura, liga mais nobre, sobrespessura de corrosão
Por pites	ataque de cloretos aos filmes passivos (inox)	316/ligas com mais Mo, evitar estagnação
Em frestas	folgas sem oxigênio (sob vedações, sobreposições)	vedar/eliminar frestas, drenagem
Corrosão sob tensão	tensão de tração + ambiente específico	reduzir a tensão, liga resistente, shot peening
Intergranular	soldas de inox sensitizadas (carbonetos de Cr)	ligas de baixo carbono (304L/316L) ou estabilizadas

5. Mitigação

- **Escolha pares compatíveis**
  a solução mais barata é selecionar metais dentro da diferença de índice permitida.

- **Isole** quando for inevitável misturar: juntas não condutoras, arruelas com colar/buchas isolantes nos fixadores, revestimento em uma ou nas duas faces (interromper o caminho elétrico).

- **Razão de áreas favorável**
  faça o ânodo grande ou o cátodo pequeno; nunca um fixador anódico minúsculo em uma peça catódica grande.

- **Revista o cátodo** (contraintuitivo, mas correto: um defeito no revestimento do ânodo concentra o ataque).

- **Ânodos de sacrifício** (zinco/magnésio) para grandes estruturas; **inibidores / selantes** para excluir o eletrólito.

- **Drenagem**
  elimine no projeto os acúmulos de água e as frestas.

6. Checklist

- **Liste todos os metais em contato** (incluindo fixadores, revestimentos, molas).
- **Eletrólito?** interno seco, úmido, respingos ou imersão/ambiente marinho.
- **Diferença de índice**
  consulte cada metal; compare a diferença com o limite do ambiente.
- **Razão de áreas**
  o ânodo é pequeno em relação ao cátodo? Fixadores pelo menos tão nobres quanto a junta.
- **Se forem incompatíveis:** isole (junta/bucha/revestimento), troque o material ou acrescente um elemento de sacrifício
  e elimine no projeto as frestas e os acúmulos de água. Complementa as referências de
  Tratamento térmico e superficial
  e de
  Materiais
  .

This document is also a web page, kept up to date:
https://ideambox.com/pt/downloads/galvanic-corrosion-chart/

Designing something that needs this? ideambox.com/contact