

CORROSÃO E PROTEÇÃO DOS MATERIAIS

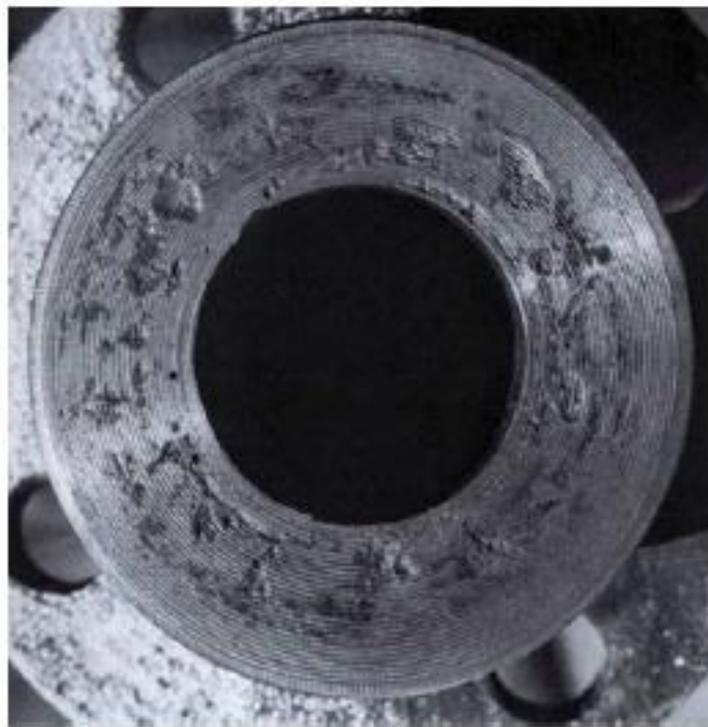


Fig. 9 - Corrosão por frestas em um aço inoxidável.



Laboratório de Aspersão Térmica e Soldagem Especiais – Labats
DEMEC/TC/UFPR

Professor Ramón S. C. Paredes

2018

CORROSÃO METÁLICA

- **É A DEGRADAÇÃO E A PERDA DE MATERIAL DEVIDO A AÇÃO QUÍMICA OU ELETROQUÍMICA DO MEIO AMBIENTE, ALIADO OU NÃO A ESFORÇOS MECÂNICOS.**

CORROSÃO METÁLICA

A deterioração leva:

- Ao desgaste
- À variações químicas na composição
- À modificações estruturais



**Modificam as
propriedades
dos materiais**

Em geral a corrosão é um processo espontâneo

O Engenheiro deve:

- Saber como evitar condições de corrosão severa
- Proteger adequadamente os materiais contra a corrosão

FORMAS DE CORROSÃO: A forma auxilia na determinação do mecanismo de corrosão

Uniforme → a corrosão ocorre em toda a extensão da superfície

Por placas → forma-se placas com escavações

Alveolar → produz sulcos de escavações semelhantes à alveolos (tem fundo arredondado e são rasos)

Puntiforme → ocorre a formação de pontos profundos (pites)

Intergranular → ocorre entre grãos



Intragranular → a corrosão ocorre nos grãos

Filiforme → a corrosão ocorre na forma de finos filamentos

Por esfoliação → a corrosão ocorre em diferentes camadas

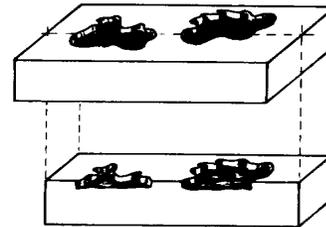
FORMAS DE CORROSÃO



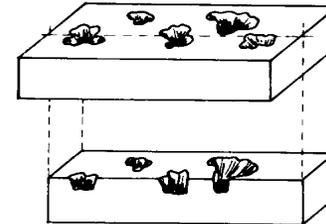
CHAPA SEM CORROSÃO



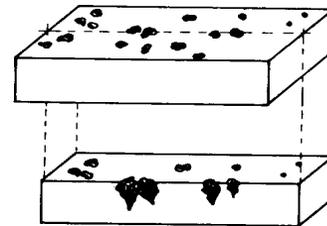
CORROSÃO UNIFORME



CORROSÃO EM PLACAS



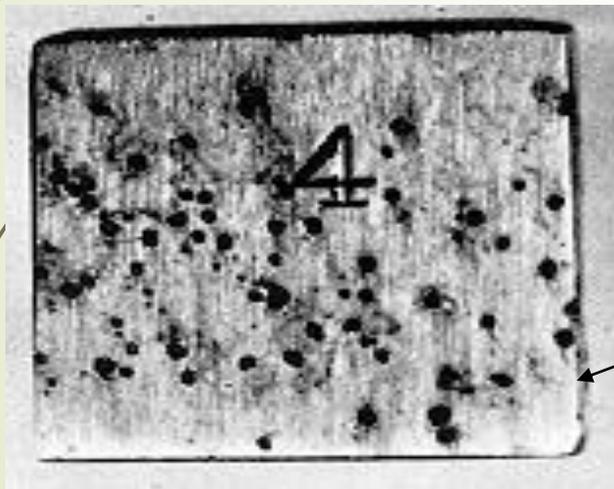
CORROSÃO ALVEOLAR



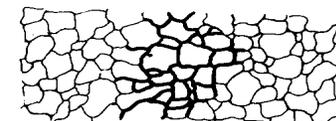
CORROSÃO PUNTIFORME
(PITE)



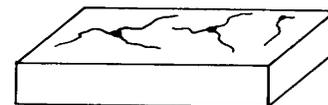
CORROSÃO INTERGRANULAR
OU INTRAGRANULAR
(VISTA DA ÁREA EXPOSTA)



CORROSÃO INTRAGRANULAR
(MICROGRAFIA)



CORROSÃO INTERGRANULAR
(MICROGRAFIA)



CORROSÃO EM TORNE



CORROSÃO POR ESFOLIAÇÃO



MEIOS CORROSIVOS

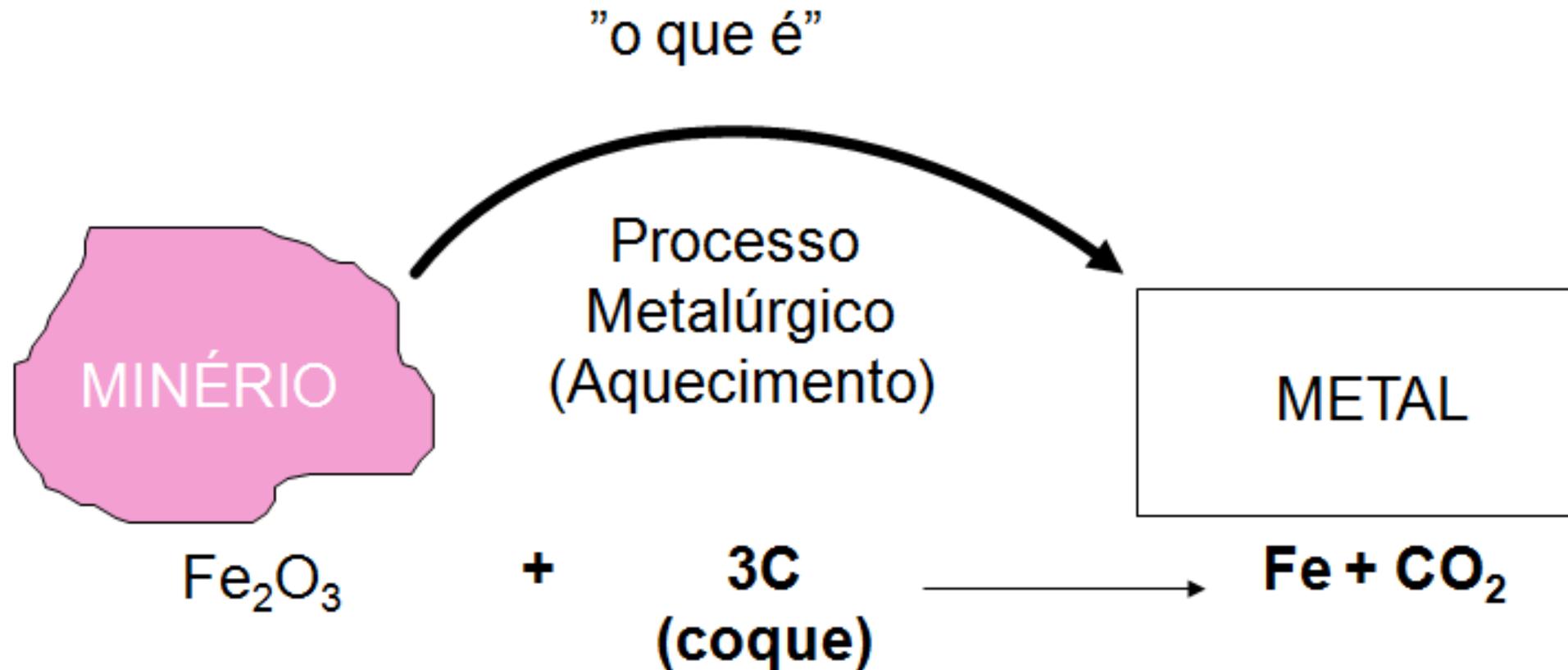
- **Atmosfera;**
- **Produtos Químicos;**
- **Solos;**
- **Água doce;**
- **Água do mar.**

* Todos esses meios podem ter características ácidas, básicas ou neutra e podem ser aeradas.

- Atmosfera (poeira, poluição, umidade, gases:CO, CO₂, SO₂, H₂S, NO₂,...)
- Água (bactérias dispersas: corrosão microbiológica; chuva ácida, etc.)
- Solo (acidez, porosidade)
- Produtos químicos

CORROSÃO UNIFORME/NATUREZA

O material metálico industrializado recebeu energia durante processo metalúrgico



- 
- ➔ *Um determinado meio pode ser extremamente agressivo, sob o ponto de vista da corrosão, para um determinado material e inofensivo para outro.*

PRODUTOS DA CORROSÃO

- **Muitas vezes os produtos da corrosão são requisitos importantes na escolha dos material para determinada aplicação.**
- **Alguns exemplos onde os produtos da corrosão são importantes:**

- ♣ **Os produtos de corrosão dos materiais usados para embalagens na indústria alimentícia deve não ser tóxico como também não pode alterar o sabor dos alimentos.**
- ♣ **Pode ocorrer, devido a corrosão, a liberação de gases tóxicos e inflamáveis (riscos de explosão)**
- ♣ **Materiais para implantes de ossos humanos, implante dentário, marca-passos, etc.**



MECANISMOS DA CORROSÃO

- ◆ **Mecanismo Químico (AÇÃO QUÍMICA)**
- ◆ **Mecanismo Eletroquímico**

MECANISMO QUÍMICO

➤ Neste caso há reação direta com o meio corrosivo, sendo os casos mais comuns a reação com o oxigênio (OXIDAÇÃO SECA), a dissolução e a formação de compostos.

- **Ausência de água;**
- **Temperaturas elevadas (acima do ponto de orvalho da água);**
- **Interação direta metal/meio.**

A corrosão química pode ser por:

- ◆ Dissolução simples → exemplo: dissolução do Cobre em HNO_3
- ◆ Dissolução preferencial → exemplo: dissolução preferencial de fases ou planos atômicos
- ◆ Formação de ligas e compostos (óxidos, íons, etc.), na qual se dá geralmente por difusão atômica

CONSIDERAÇÕES SOBRE DISSOLUÇÃO

A dissolução geralmente envolve solventes. Exemplo: a gasolina dissolve mangueira de borracha.

a- Moléculas e íons pequenos se dissolvem mais facilmente.

➤ Exemplo: sais são bastante solúveis

b- A solubilidade ocorre mais facilmente quando o soluto e o solvente tem estruturas semelhantes.

➤ Exemplo: Materiais orgânicos e solventes orgânicos (plástico + acetona)

c- A presença de dois solutos pode produzir maior solubilidade que um só.

➤ Exemplo: CaCO_3 é insolúvel em água, mas é solúvel em água mais CO_2 formando ácido carbônico.

d- A velocidade de dissolução aumenta com a temperatura

EXEMPLO DE CORROSÃO P/ AÇÃO QUÍMICA: OXIDAÇÃO SECA

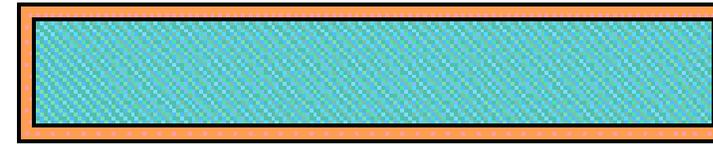
- A oxidação ao **ar seco** não se constitui corrosão eletroquímica porque não há eletrólito (solução aquosa para permitir o movimento dos íons).
- Reação genérica da oxidação seca:



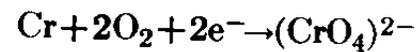
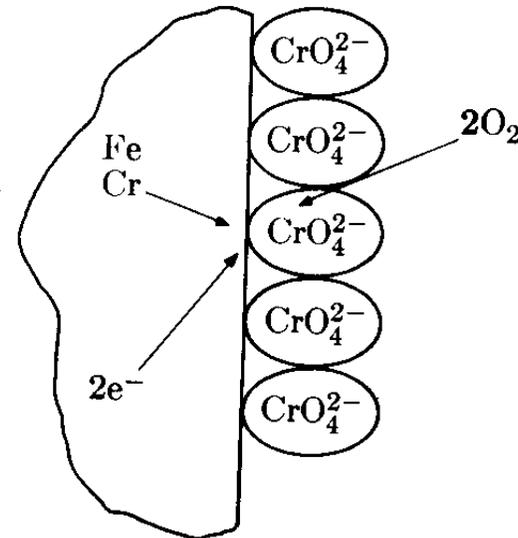
- Geralmente, o óxido do metal forma uma **camada passivadora** que constitui uma barreira para que a oxidação continue (barreira para a entrada de O_2).
- Essa camada passivadora é fina e aderente.
- *A oxidação só se processa por difusão do oxigênio*

EXEMPLO DE METAIS QUE FORMAM CAMADA PASSIVADORA DE ÓXIDO, COM PROTEÇÃO EFICIENTE

- Al
- Fe a altas temp.
- Pb
- Cr
- Aço inox
- Ti

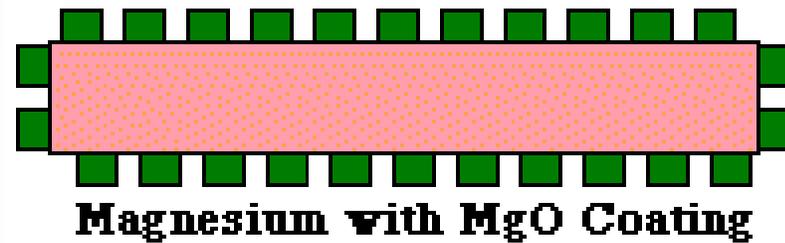


Aluminum with Al₂O₃ Coating



EXEMPLO DE METAIS QUE FORMAM CAMADA PASSIVADORA DE ÓXIDO COM PROTEÇÃO INEFICIENTE

➔ Mg



➔ Fe



OXIDAÇÃO DO FERRO AO AR SECO



CORROSÃO ELETROQUÍMICA

➤ **As reações que ocorrem na corrosão eletroquímica envolvem transferência de elétrons. Portanto, são reações anódicas e catódicas (REAÇÕES DE OXIDAÇÃO E REDUÇÃO)**

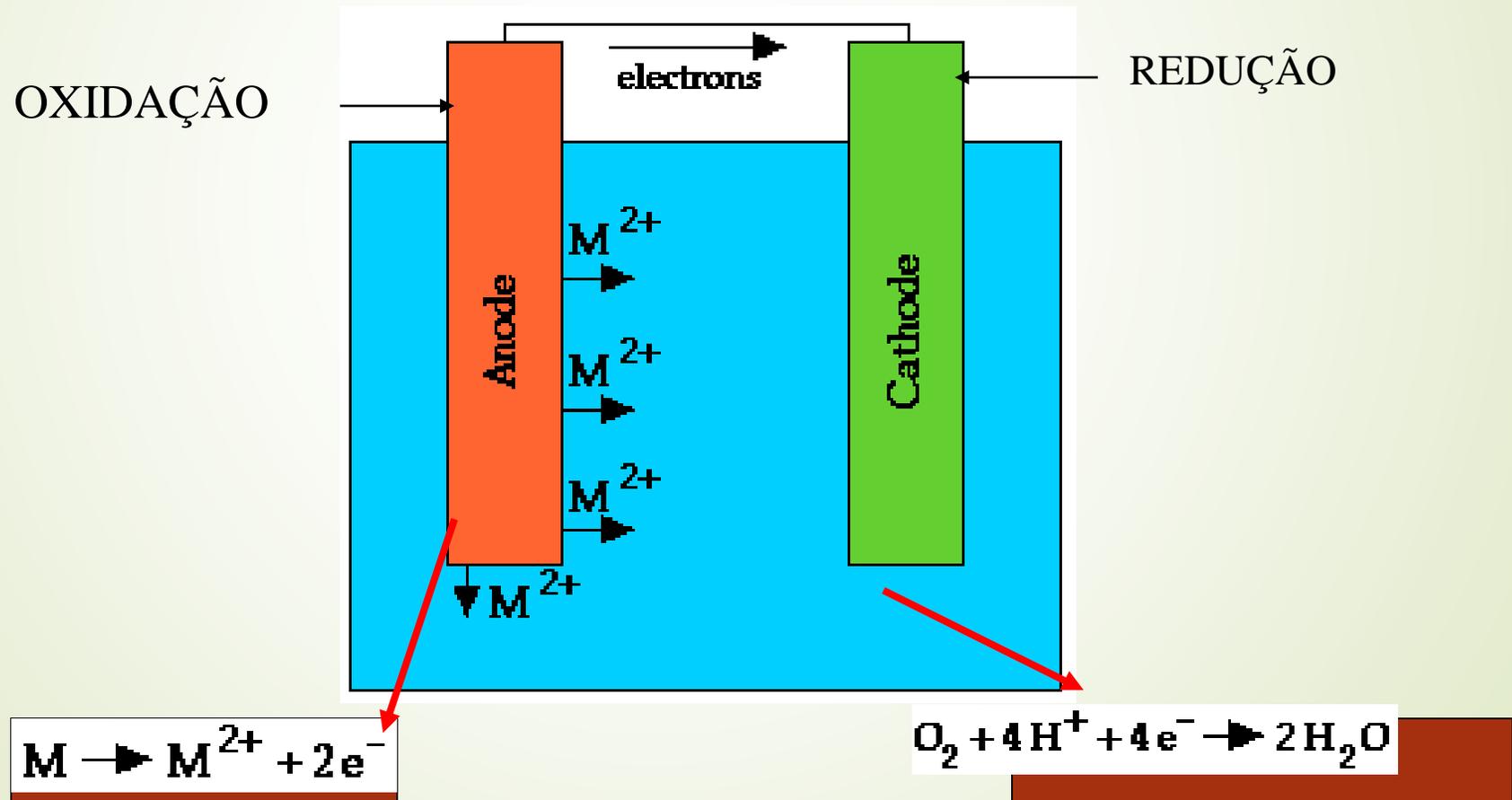
- **Presença de água;**
- **Temperatura ambiente;**
- **Pilha de corrosão (anodo + catodo + conexão elétrica + eletrólito).**

➤ **A corrosão eletroquímica envolve a presença de uma solução que permite o movimento dos íons.**

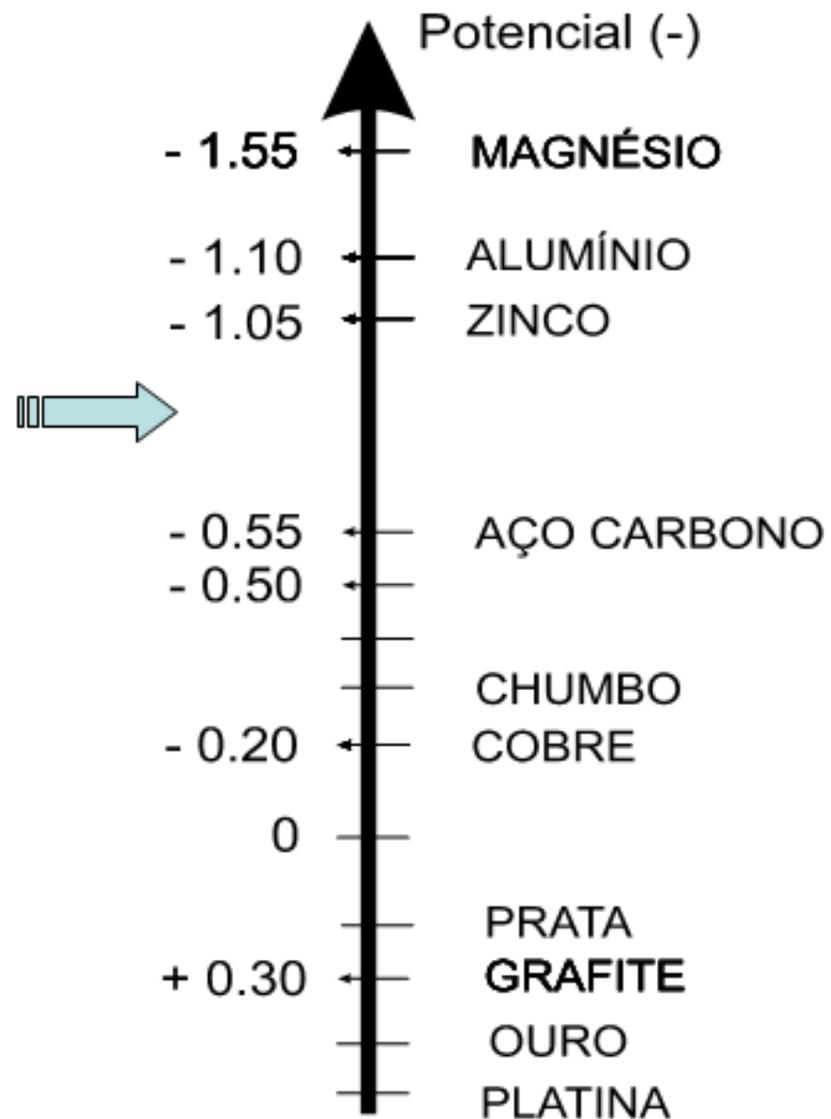
CORROSÃO ELETROQUÍMICA

- O processo de corrosão eletroquímica é devido ao fluxo de elétrons, que se desloca de uma área da superfície metálica para a outra. Esse movimento de elétrons é devido a diferença de potencial, de natureza eletroquímica, que se estabelece entre as regiões.

EXEMPLO DE CORROSÃO ELETROQUÍMICA

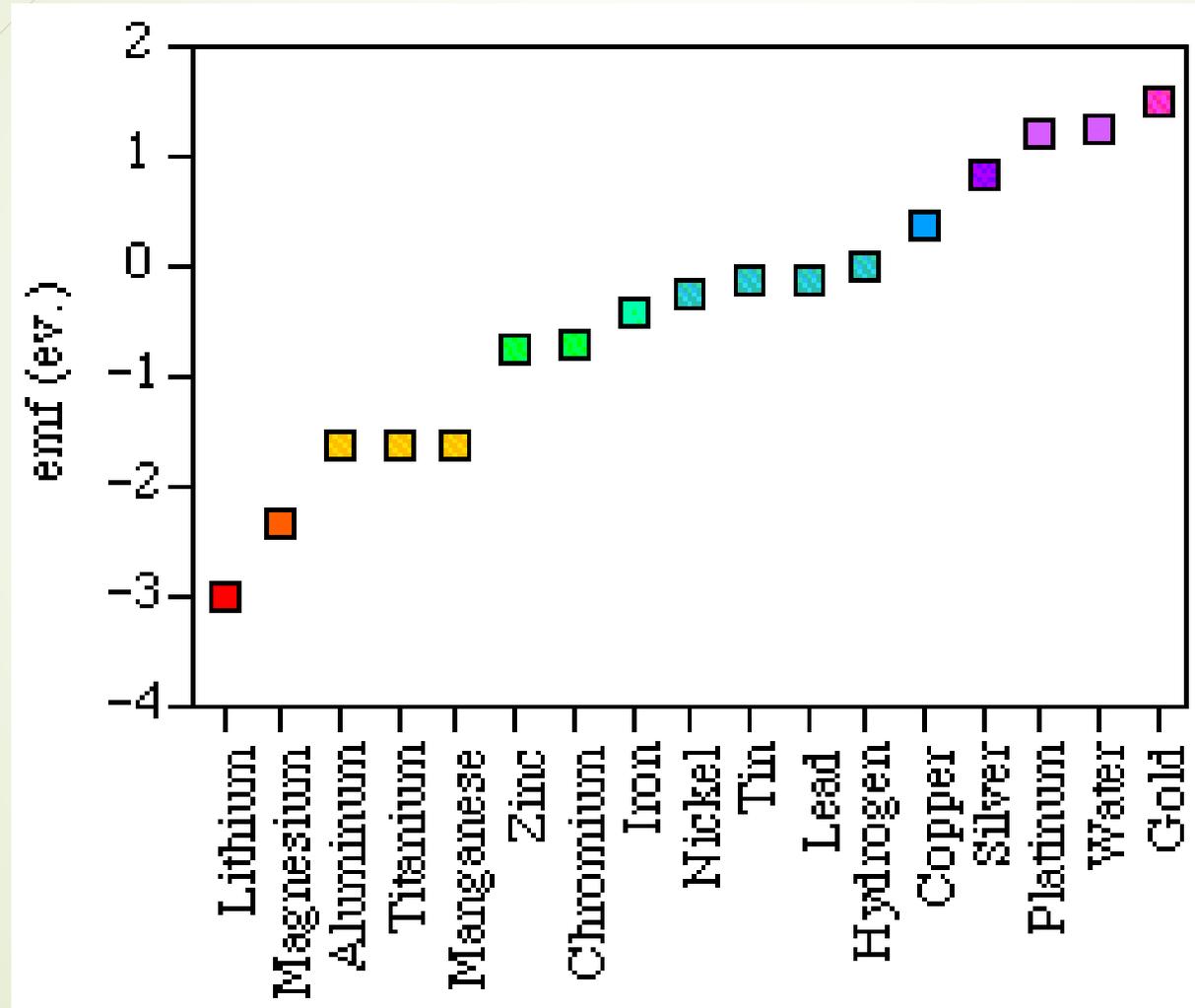


POTENCIAL DE COORSÃO DOS MATERIAIS



Série Galvânica prática de Potenciais de Metais no Solo, em relação ao Eletrodo de Referência de Cu/CuSO_4

POTÊNÇIAL PADRÃO DOS METAIS EM RELAÇÃO AO PADRÃO DE HIDROGÊNIO



SÉRIE GALVÂNICA

Anódica	Magnésio
	Ligas de magnésio
	Zinco
	Alumínio, 2S
	Cádmio
	Liga de alumínio 17S-T
	Aço carbono
	Aço ao cobre
	Ferro fundido
	Aço com 4 a 6% Cr
	Aço com 12 a 14% Cr
	Aço com 16 a 18% Cr
	Aço com 23 a 30% Cr
	Aço níquel
	Aço 7% Ni, 17% Cr
	Aço 8% Ni, 18% Cr
	Aço 14% Ni, 23% Cr
	Aço 20% Ni, 25% Cr
	Aço 12% Ni, 18% Cr, 3% Mo
	Liga para solda estanho-chumbo
	Chumbo
	Estanho
	Níquel
	60% Ni, 15% Cr
	Inconel
	80% Ni, 20% Cr
	Latões
	Cobre
	Bronzes
	Níquel-prata
	Cobre-níquel
	Metal monel
	Níquel
	60% Ni, 15% Cr
	Inconel
	80% Ni, 20% Cr
	Aço 12 a 14% Cr
	Aço 16 a 18% Cr
	Aço 7% Ni, 17% Cr
	Aço 8% Ni, 18% Cr
	Aço 14% Ni, 23% Cr
	Aço 23 a 30% Cr
	Aço 20% Ni, 25% Cr
	Aço 12% Ni, 18% Cr, 3% Mo
	Prata
	Grafita
Catódica	

} Ativa (for the first group of steels)
 } Ativa (for the second group of steels)
 } Ativa (for the third group of steels)
 } Passiva (for the fourth group of steels)
 } Passiva (for the fifth group of steels)

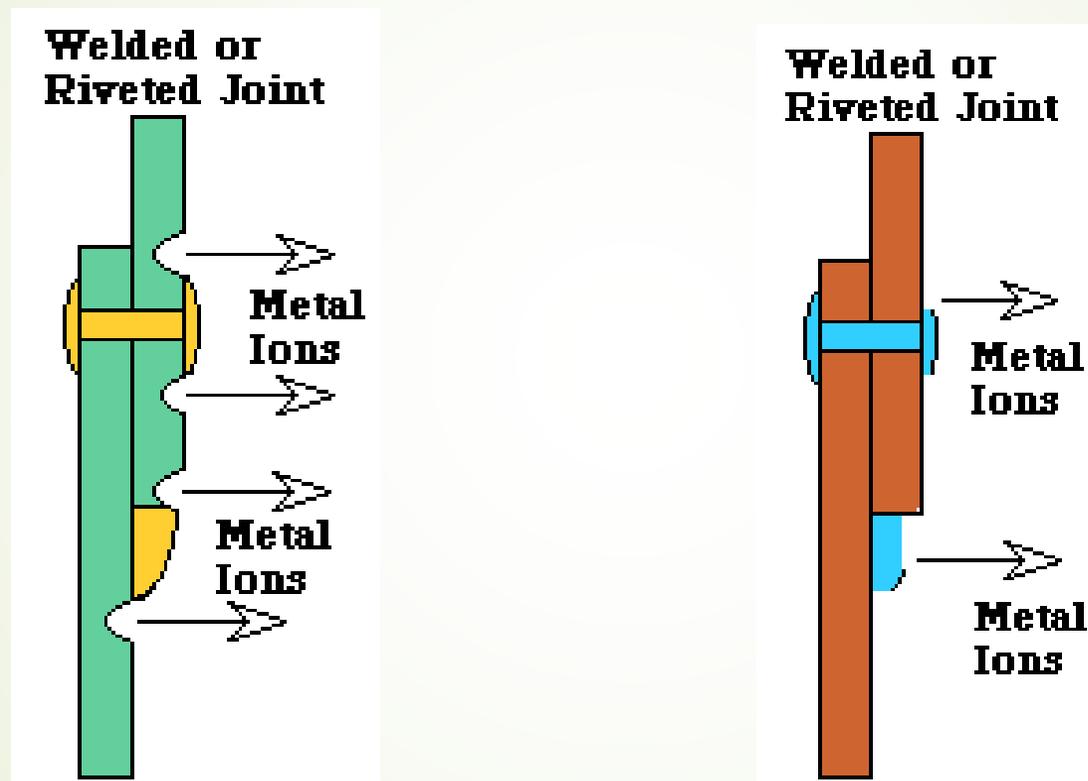
CORROSÃO ELETROQUÍMICA: TIPOS DE PILHAS OU CÉLULAS ELETROQUÍMICAS

- **Pilha de corrosão formada por materiais de natureza química diferente**
- **Pilha de corrosão formada pelo mesmo material, mas de eletrólitos de concentração diferentes**
- **Pilha de corrosão formada pelo mesmo material e mesmo eletrólito, porém com teores de gases dissolvidos diferentes**
- **Pilha de corrosão de temperaturas diferentes**

-Pilha de corrosão formada por materiais de natureza química diferente: É também conhecida como corrosão galvânica

- **A diferença de potencial que leva à corrosão eletroquímica é devido ao contato de dois materiais de natureza química diferente em presença de um eletrólito.**
- **Exemplo: *Uma peça de Cu e outra de Ferro em contato com a água salgada. O Ferro tem maior tendência de se oxidar que o Cu, então o Fe sofrerá corrosão intensa.***

FORMAÇÃO DE PARES GALVÂNICOS



Quanto mais separados na série galvânica, maior a ação eletroquímica quando estiverem juntos.

MEIOS DE PREVENÇÃO CONTRA A CORROSÃO GALVÂNICA

- **Evitar contato metal-metal** → coloca-se entre os mesmos um material não-condutor (isolante)
- **Usar Inibidores** → Usa-se principalmente o componente é usado em equipamentos químicos onde haja líquido agressivo.

- Pilha de corrosão formada pelo mesmo material, mas de eletrólitos de concentração diferentes

Dependendo das condições de trabalho, funcionará como:

➔ **ÂNODO**: o material que tiver imerso na solução diluída

➔ **CÁTODO**: o material que tiver imerso na solução mais concentrada

- Pilha de corrosão formada pelo mesmo material e mesmo eletrólito, porém com teores de gases dissolvidos diferentes

- É também chamada de corrosão por aeração diferenciada.
- Observa-se que quando o oxigênio do ar tem acesso à superfície úmida do metal a corrosão aumenta, sendo **MAIS INTENSA NA PARTE COM DEFICIÊNCIA EM OXIGÊNIO.**

- Pilha de corrosão formada pelo mesmo material e mesmo eletrólito, porém com teores de gases dissolvidos diferentes

➔ No cátodo:



Os elétrons para a redução da água vem das áreas deficientes em oxigênio.

➔ No ânodo:

➔ **OCORRE A OXIDAÇÃO DO MATERIAL NAS ÁREAS MENOS AERADAS**

- Pilha de corrosão formada pelo mesmo material e mesmo eletrólito, porém com teores de gases dissolvidos diferentes

- **Sujeiras, trincas, fissuras, etc. atuam como focos para a corrosão (levando à corrosão localizada) porque são regiões menos aeradas.**
- **A acumulação de sujeiras, óxidos (ferrugem) dificultam a passagem de Oxigênio agravando a corrosão.**

EXEMPLO: CORROSÃO DO FERRO POR AERAÇÃO

DIFERENCIADA: Fe + Ar úmido (oxigênio mais água)

➔ No ânodo: **REGIÃO MENOS AERADA**



➔ No cátodo: **REGIÃO MAIS AERADA**



➔ Logo:



➔ O Fe(OH)_2 continua se oxidando e forma a ferrugem

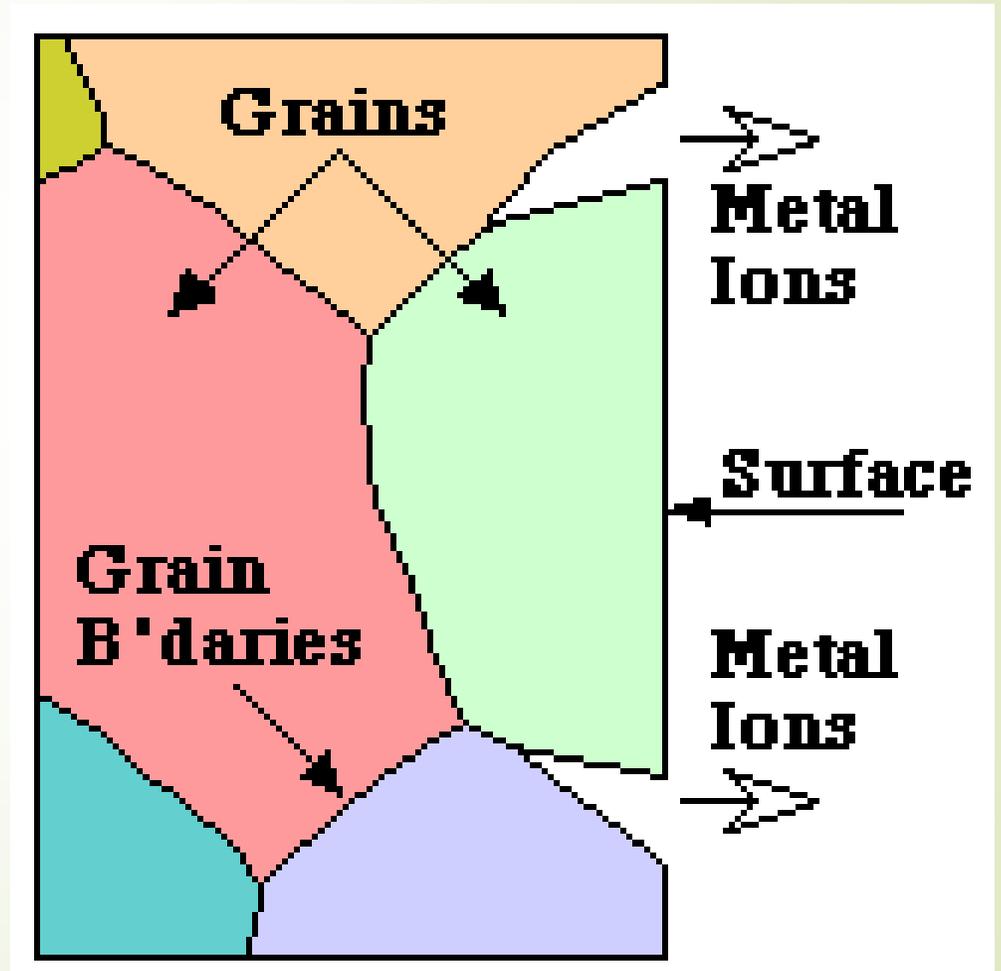


- Pilha de corrosão de temperaturas diferentes

- **Em geral, o aumento da temperatura aumenta a velocidade de corrosão, porque aumenta a difusão.**
- **Por outro lado, a temperatura também pode diminuir a velocidade de corrosão através da eliminação de gases, como O_2 por exemplo.**

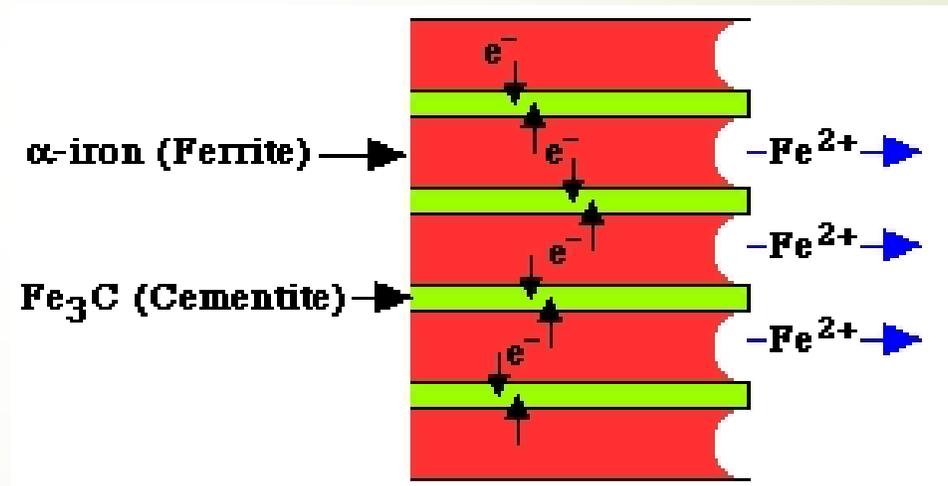
EFEITOS DA MICROESTRUTURA – CORROSÃO INTERGRANULAR

- ➔ O contorno de grão funciona como região anódica, devido ao grande número de discordâncias presentes nessa região.



EFEITOS DA MICROESTRUTURA

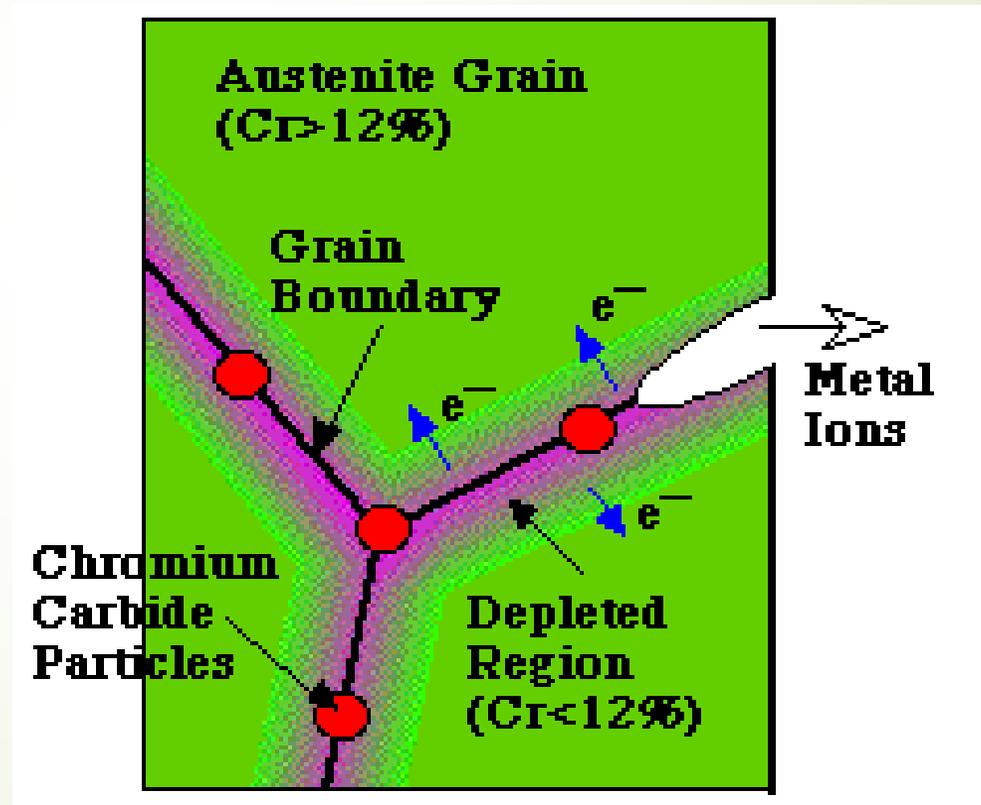
- A presença de diferentes fases no material, leva a diferentes f.e.m e com isso, na presença de meios líquidos, pode ocorrer corrosão preferencial de uma dessas fases.



EFEITOS DA MICROESTRUTURA

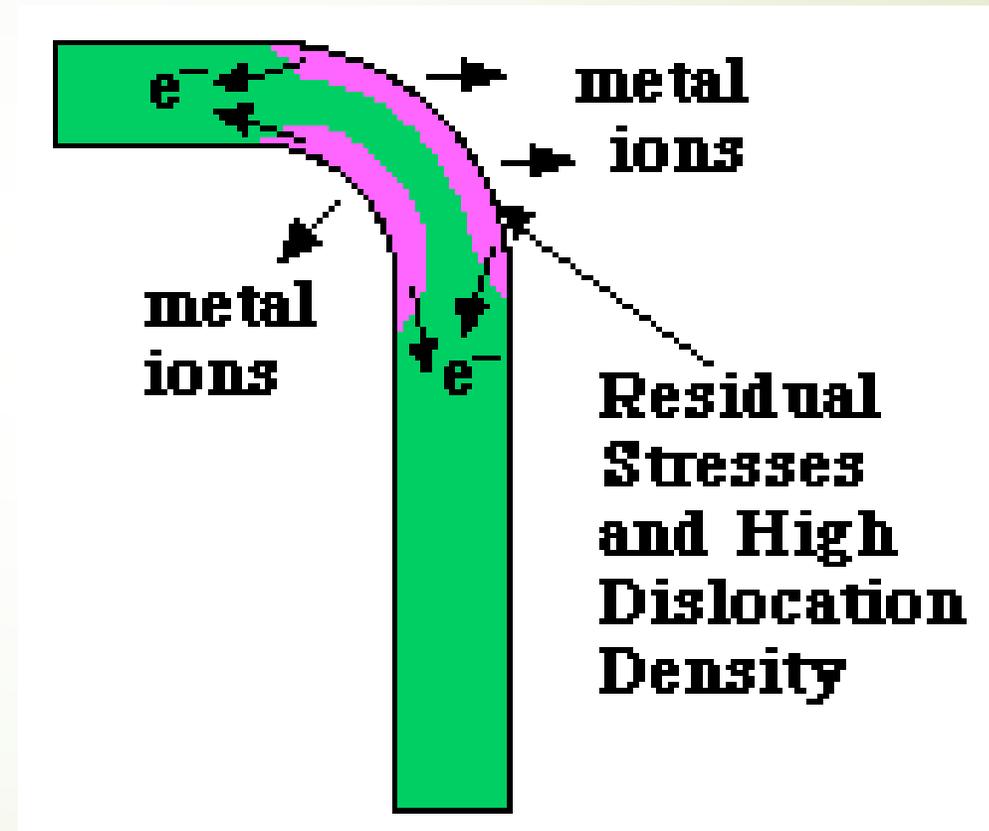
- Diferenças de composição levam a diferentes potenciais químicos e com isso, na presença de meios líquidos, pode ocorrer corrosão localizada.

Exemplo: Corrosão intergranular no Aço inox



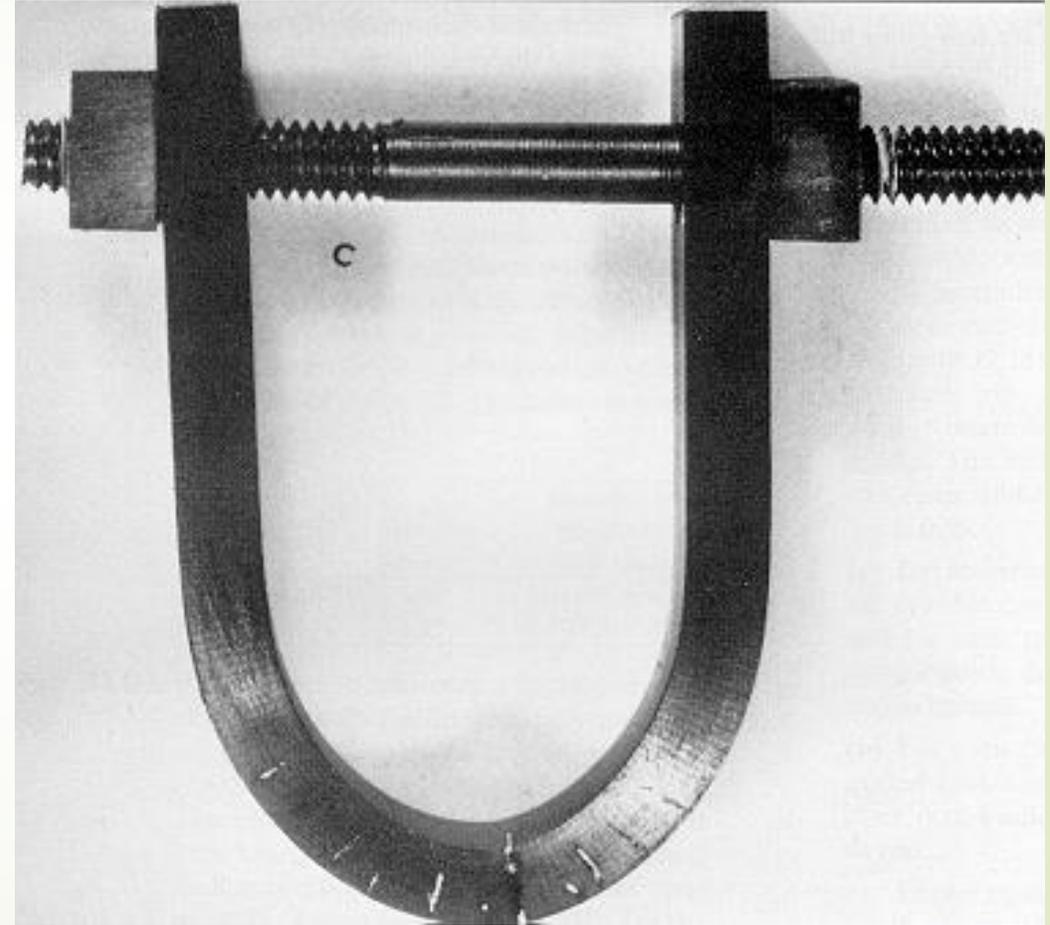
EFEITOS DA MICROESTRUTURA

- A presença de tensões levam a diferentes f.e.m e com isso, na presença de meios líquidos, pode ocorrer corrosão localizada.
- A região tensionada têm um maior número de discordâncias, e o material fica mais reativo.



Região de soldagem, dobras, etc.

EXEMPLOS DE CORROSÃO SOB TENSÃO



EFEITOS DA MICROESTRUTURA

- Cavidades, porosidades ou trincas também funcionam c.omo regiões anódicas

PRINCIPAIS MEIOS DE PROTEÇÃO CONTRA A CORROSÃO

- **PINTURAS OU VERNIZES**
- **RECOBRIMENTO DO METAL COM OUTRO METAL MAIS RESISTENTE À CORROSÃO**
- **GALVANIZAÇÃO:** Recobrimento com um metal mais eletropositivo (menos resistente à corrosão)
- **PROTEÇÃO ELETROLÍTICA OU PROTEÇÃO CATÓDICA**



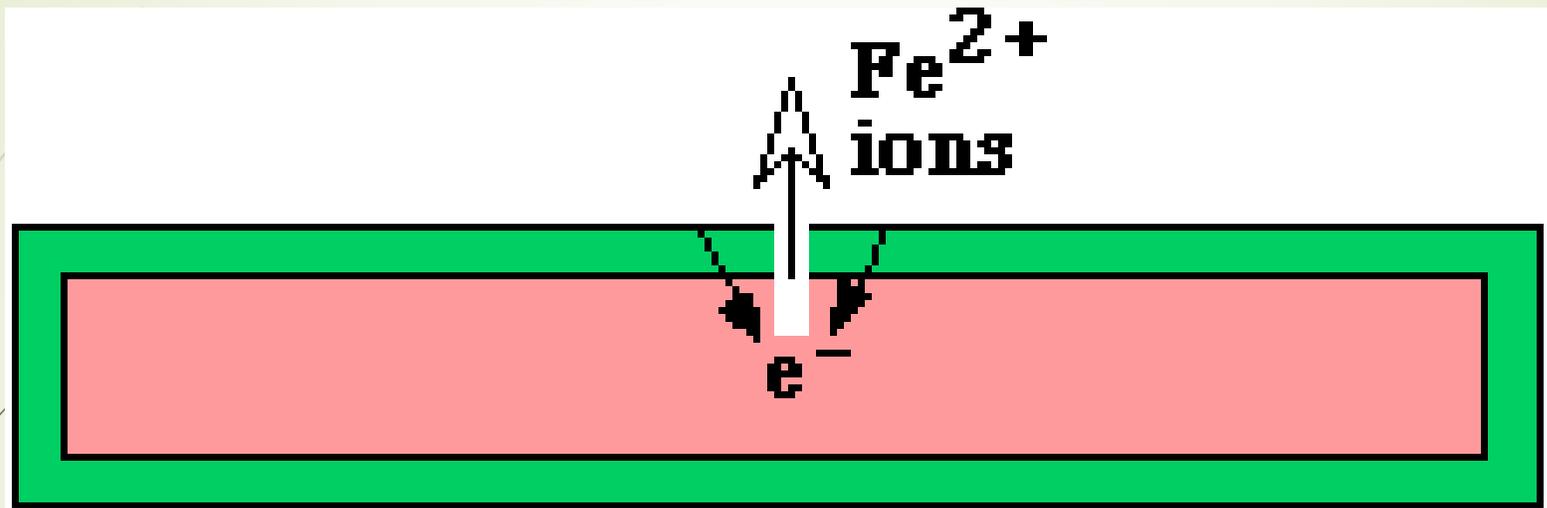
PINTURAS OU VERNIZES

- Separa o metal do meio
- Exemplo: Primer em aço

RECOBRIMENTO DO METAL COM OUTRO METAL MAIS RESISTENTE À CORROSÃO

- Separa ou barreira do metal do meio.
- **Exemplo: Cromagem, Niquelagem, Alclads, folhas de flandres, revestimento de arames com Cobre, etc.**
- **Dependendo do revestimento e do material revestido, pode haver formação de uma pilha de corrosão quando houver rompimento do revestimento em algum ponto, acelerando assim o processo de corrosão.**

PROTEÇÃO NÃO-GALVÂNICA



Tin Coating on Steel (Tinplate)

Folhas de flandres: São folhas finas de aço revestidas com estanho que são usadas na fabricação de latas para a indústria alimentícia. O estanho atua como ânodo somente até haver rompimento da camada protetora em algum ponto. Após, atua como cátodo, fazendo então que o aço atue como ânodo, corroendo-se.

PROTEÇÃO GALVÂNICA

Recobrimento com um metal mais eletropositivo (menos resistente à corrosão)

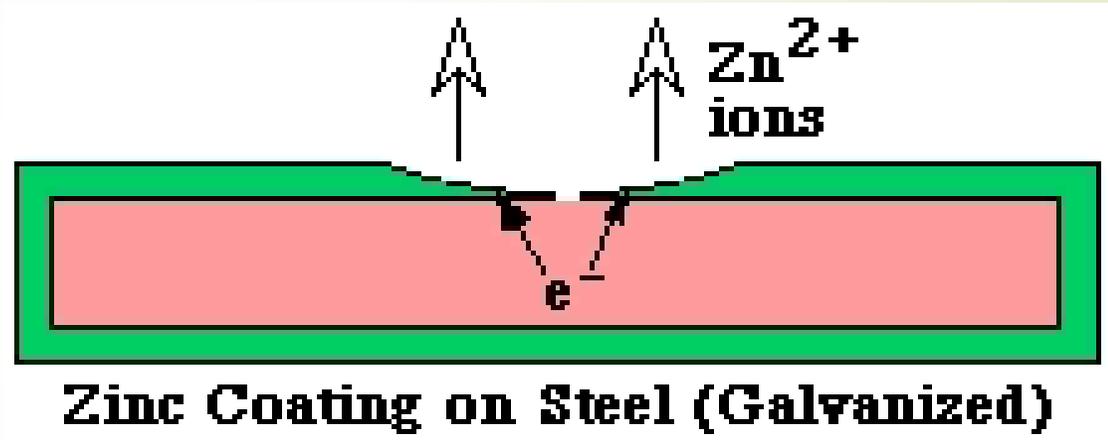
- → separa o metal do meio.

Exemplo: Recobrimento do aço com Zinco.

➔ O Zinco é mais eletropositivo que o Ferro, então enquanto houver Zinco o aço ou ferro esta protegido. Veja os potenciais de oxidação do Fe e Zn:

$\epsilon^{\circ}_{\text{oxi}}$ do Zinco = + 0,763 Volts

$\epsilon^{\circ}_{\text{oxi}}$ do Ferro = + 0,440 Volts



PROTEÇÃO ELETROLÍTICA OU PROTEÇÃO CATÓDICA

- Utiliza-se o processo de formação de pares metálicos (UM É DE SACRIFÍCIO), que consiste em unir-se intimamente o metal a ser protegido com o metal protetor, o qual deve ser mais eletropositivo (MAIOR POTÊNCIAL DE OXIDAÇÃO NO MEIO) que o primeiro, ou seja, deve apresentar um maior tendência de sofrer corrosão.

PROTEÇÃO CATÓDICA

- **É uma técnica de combate a corrosão de instalações metálicas enterradas ou submersas, bastante empregada atualmente e de custo reduzido, se comparado ao valor dessas instalações.**
- **Ela constitui-se, também, em uma importante ferramenta na preservação do meio ambiente, pois evita danos a ecologia.**

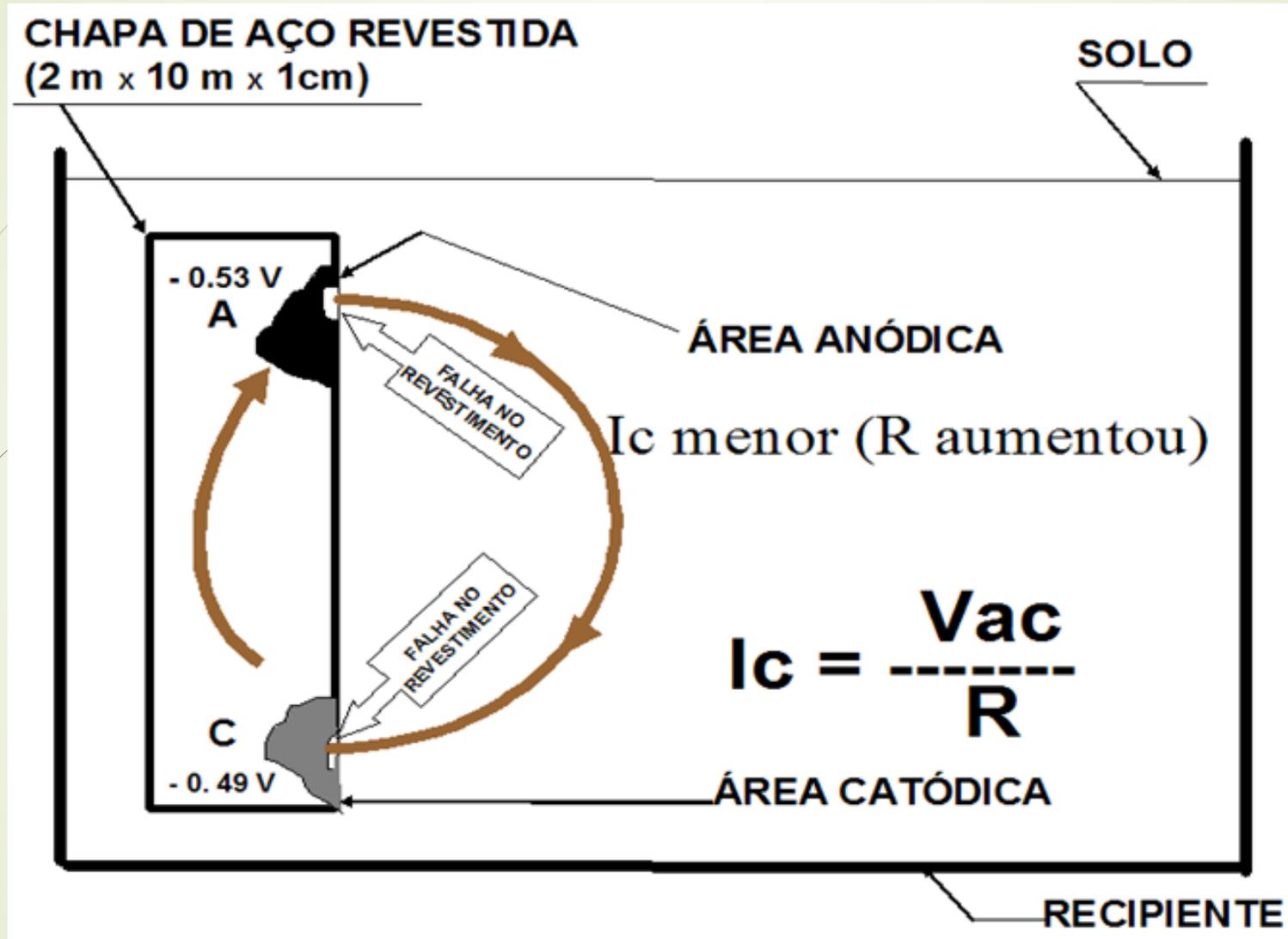


PROTEÇÃO CATÓDICA

A proteção catódica é uma técnica que controla o processo de Corrosão Eletroquímica



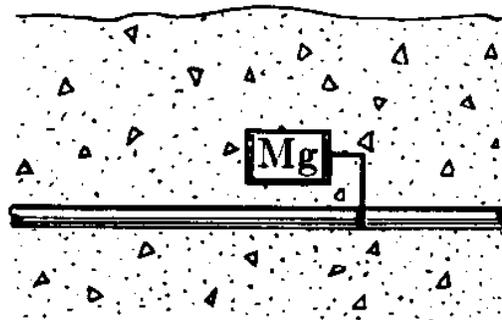
PROTEÇÃO CATÓDICA



Proteção Catódica - Técnica de Combate à Corrosão

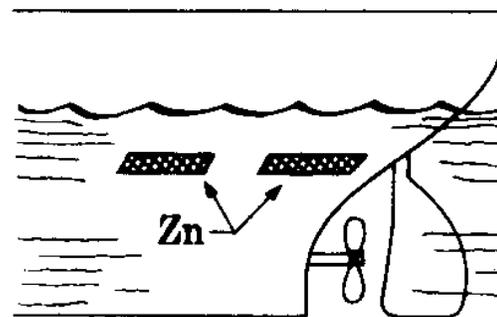
FORMAÇÃO DE PARES METÁLICOS

- É muito comum usar ânodos de sacrifícios em tubulações de ferro ou aço em subsolo e em navios e tanques.



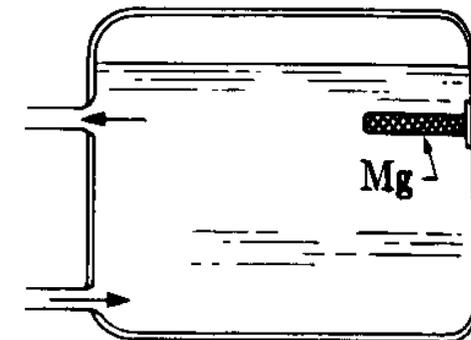
Cano subterrâneo

(a)



Navio

(b)



Tanque de água

(c)

Fig. 12-28. Ânodos de sacrifício. (a) Placas de magnésio enterradas ao longo de um oleoduto. (b) Placas de zinco em casco de navio (b) Barra de magnésio em um tanque industrial de água quente. Todos esses ânodos de sacrifício podem ser facilmente substituídos.



ÂNODOS DE SACRIFÍCIO MAIS COMUNS PARA FERRO E AÇO

➤ Zn

➤ Al

➤ Mg

MATERIAIS CERÂMICOS

- São relativamente inertes à temperatura ambiente
- Alguns só são atacados à altas temperaturas por metais líquidos
- O processo de corrosão por dissolução é mais comum nas cerâmicas do que a corrosão eletroquímica

MATERIAIS POLIMÉRICOS

- ▶ Quando expostos à certos líquidos os polímeros podem ser atacados ou dissolvidos
- ▶ A exposição dos polímeros à radiação e ao calor pode promover a quebra de ligações e com isso a deterioração de suas propriedades físicas.

MATERIAIS POLIMÉRICOS (ELASTÔMEROS)

	Dilute Acid	Oxidants	Bases	Oils	Water	Ozone
Polyisoprene	Good	Poor	Fair	Poor	Good	Fair
Neoprene	Good	Poor	Good	Good	Fair	Excellent
Nitrile	Good	Poor	Fair	Excellent	Excellent	Fair
Styrene-Butadiene	Good	Poor	Fair	Poor	Good	Fair
Silicone Rubber				Good	Fair	Excellent

PROCESSOS DE REVESTIMENTOS METÁLICOS

Revestimentos metálicos

Quase todos os metais podem ser aplicados como revestimento dos mais diversos materiais, sejam metálicos ou não. Aplicados sobre as superfícies metálicas, exercem sua função protetora segundo diferentes mecanismos.

PROCESSOS DE REVESTIMENTOS METÁLICOS

Revestimentos metálicos

- Formam camadas protetoras de óxidos, hidróxidos, etc. quando reagem com o meio corrosivo e assim impedindo a continuação do ataque. Ex. Al e Zn.
- A camada protetora apresenta uma elevada sobrevoltagem de hidrogênio, impedindo desta maneira a continuação do ataque. São exemplos os revestimentos de estanho, de chumbo, e de cádmio.
- Apresentam um comportamento anódico ou catódico em relação ao metal base.

PROCESSOS DE REVESTIMENTOS METÁLICOS

Principais processos de Revestimentos Metálicos

- **G Galvanização;**
- **M Metalização;**
- **P Proteção Catódica;**
- **R Revestimento Externo.**

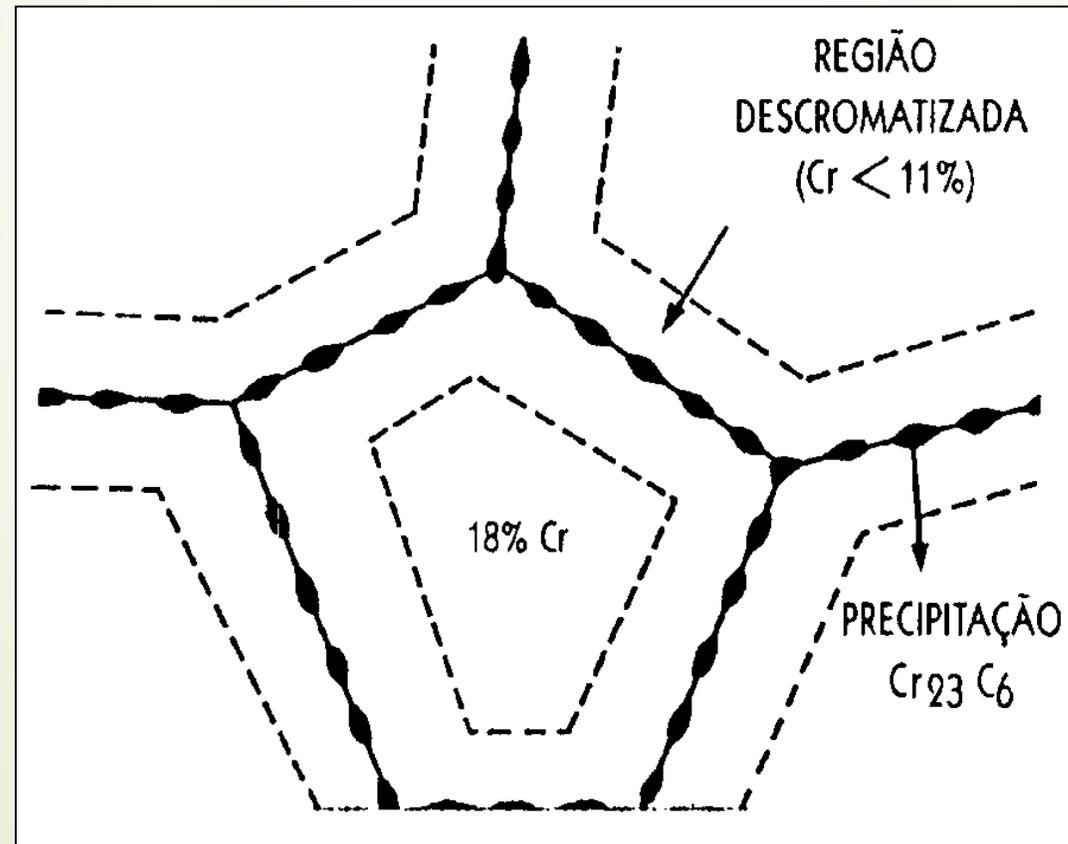
Corrosão nos aços inoxidáveis

Corrosão intergranular

- Os aços inoxidáveis austeníticos quando:
 - Tratados termicamente;
 - Aquecidos para trabalhos;
 - Soldagem;
 - Ou seja, aquecidos numa faixa de temperatura 400 a 870°C;
 - Estão sujeitos a uma precipitação de carbonetos no contorno de grão.
 - Nessa faixa de temperatura o Cr e o C se combinam para formar um carboneto de cromo (Cr_{23}C_6) e criar uma região empobrecida em cromo próxima ao contorno de grão.
- ⇒ Esse fenômeno é denominado: ***SENSITIZAÇÃO.***

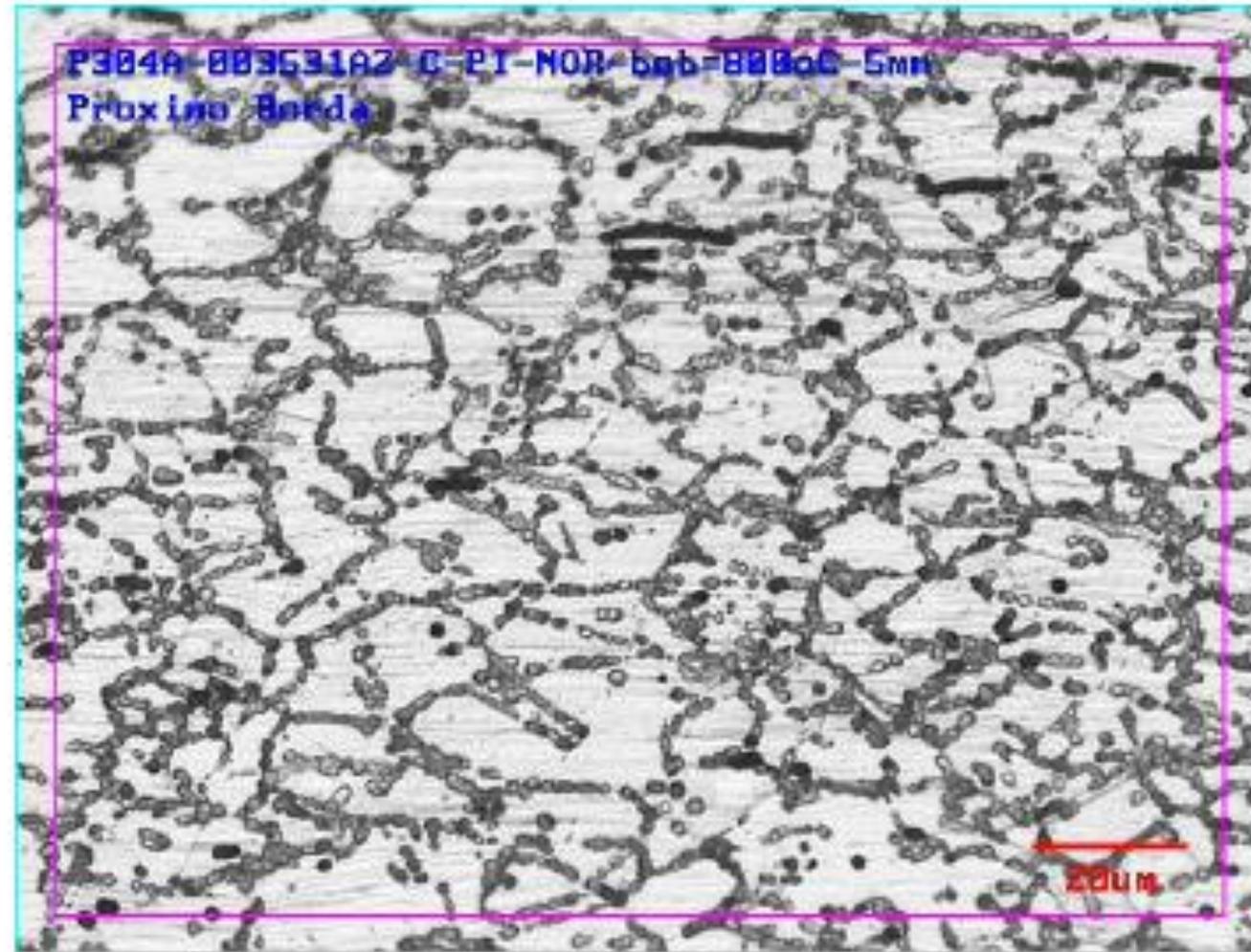
- Corrosão intergranular

Ocorre devido a precipitação de carbonetos de cromo nos contornos de grão, deixando uma região pobre em cromo no entorno. Esta região é preferencialmente anódica em relação ao interior dos grãos.



Corrosão intergranular

Formação de carbonetos de cromo nos contornos de grãos



Fonte: Edson Rossi - BCP

Corrosão intergranular

Mecanismo :

Precipitação de carboneto



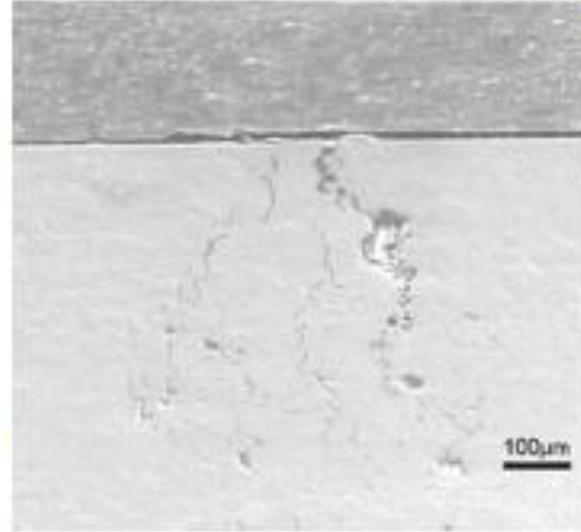
Queda de cromo localizada



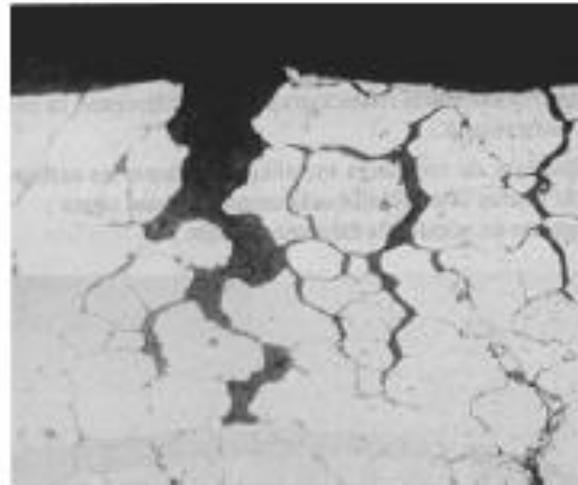
Corrosão no contorno do grão



Fratura intergranular



fratura intergranular



Corrosão e fratura intergranular

Corrosão intergranular

Soluções

- Austenitização à temperatura de 1100°C, seguido de resfriamento rápido.
- Temperatura > 1050°C o Cr_{23}C_6 é rapidamente dissolvido. O C e Cr ficam novamente em solução sólida.
- Quando resfria rápido, não ocorre a precipitação de Cr_{23}C_6 pois não tem tempo o Cr e C para combinar-se e o carbono pode ficar em solução sólida na austenita até temperatura ambiente.

Corrosão intergranular

....continuação das soluções.....

-Nos anos 30 desenvolveram a adição de estabilizadores ou estabilizantes.

- O Ti e Nb, inibem a formação de Cr_{23}C_6 , devido ao fato de terem maior afinidade pelo C/N.

- Assim precipitam TiC e NbC e o Cr permanece em solução sólida.

- Ou seja, o Ti e Nb, são estabilizadores do C/N.

- Temos os denominados Aços Inoxidáveis estabilizados ao Ti e/ou Nb.

...continuam as soluções.....

- Redução do teor (%) de Carbono

- É a técnica mais utilizada.

- Quanto maior o % de C = maior formação de Cr_{23}C_6 .

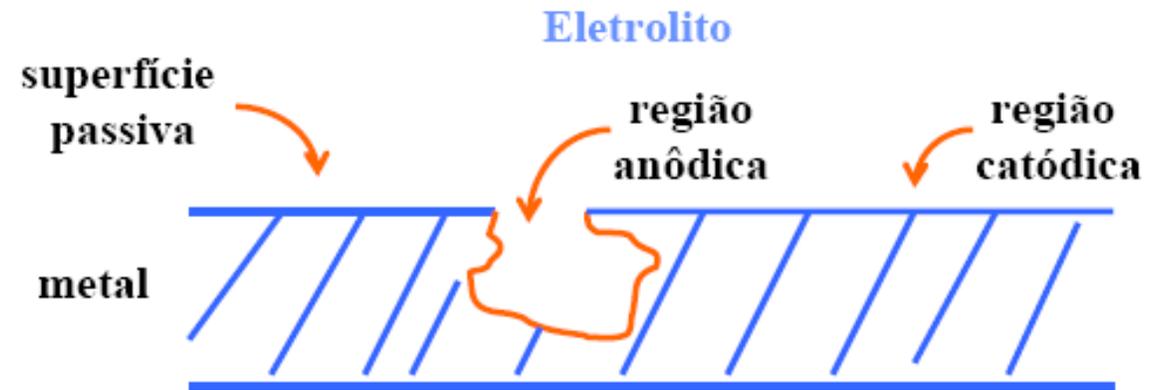
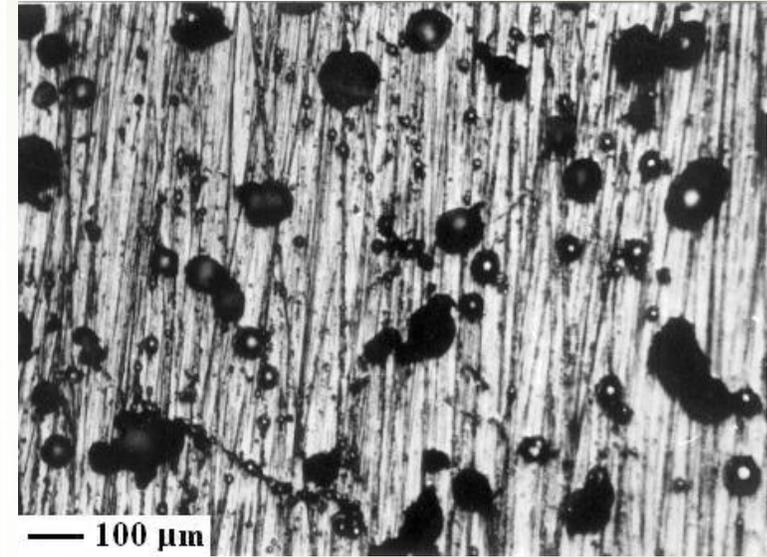
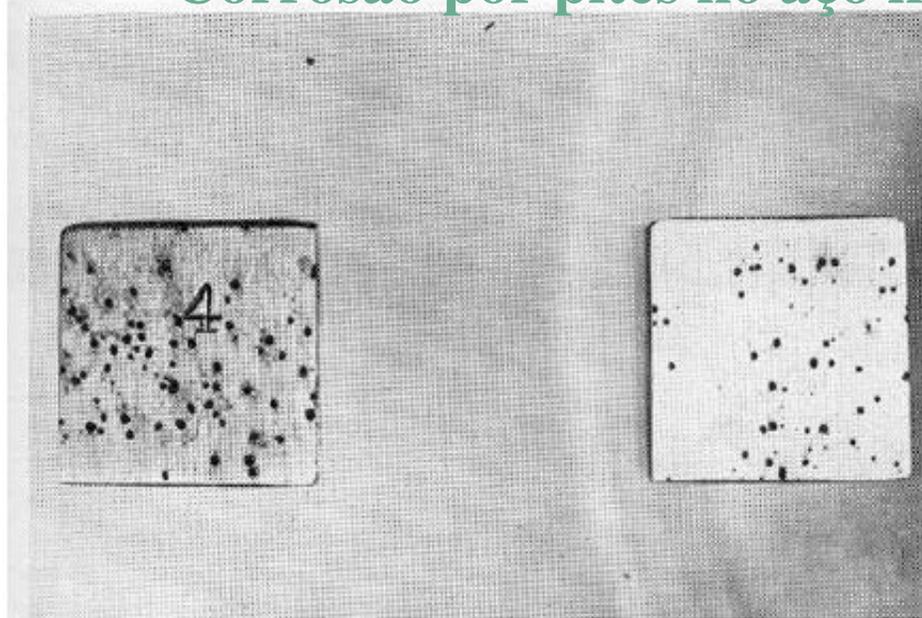
- Ou seja, a redução do teor de C diminui a intensidade de formação de carbonetos, com conseqüente menor remoção de Cr próximo aos contornos de grão.

Corrosão intergranular

Até 0,03% C - O carbono permanece dissolvido sem efeito nocivo. Precipita-se Cr_{23}C_6 em quantidade insuficiente para prejudicar, quando o tempo for suficiente longo na temperatura de formação.

Acima de 0,03%C - O Cr_{23}C_6 começa a envolver os contornos de grãos de forma contínua, prejudicando a resistência à corrosão.

Corrosão por pites no aço inoxidável AISI 304

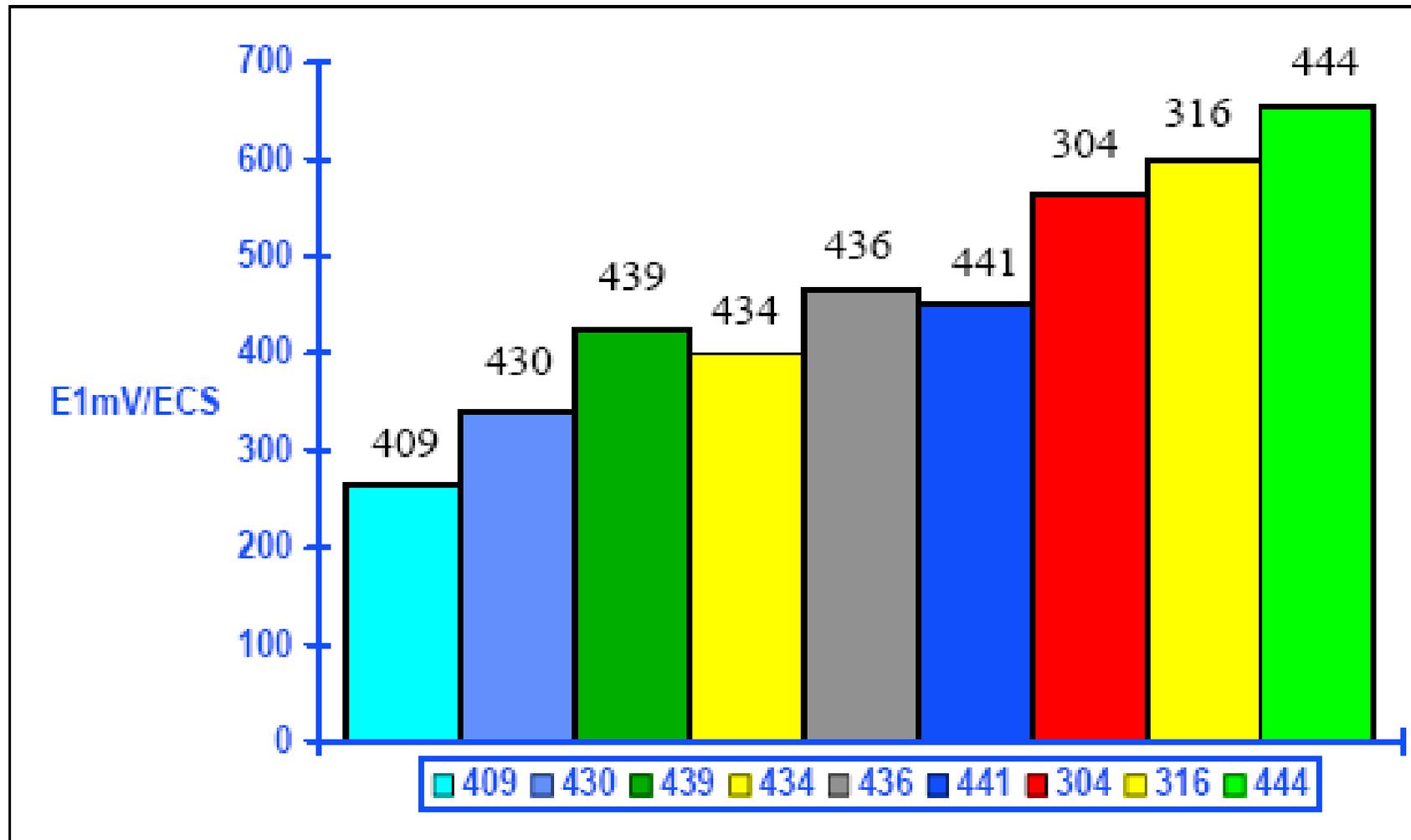


$$\text{Área anódica} = A_a$$

$$\text{Área catódica} = A_c, A_c \gg A_a$$

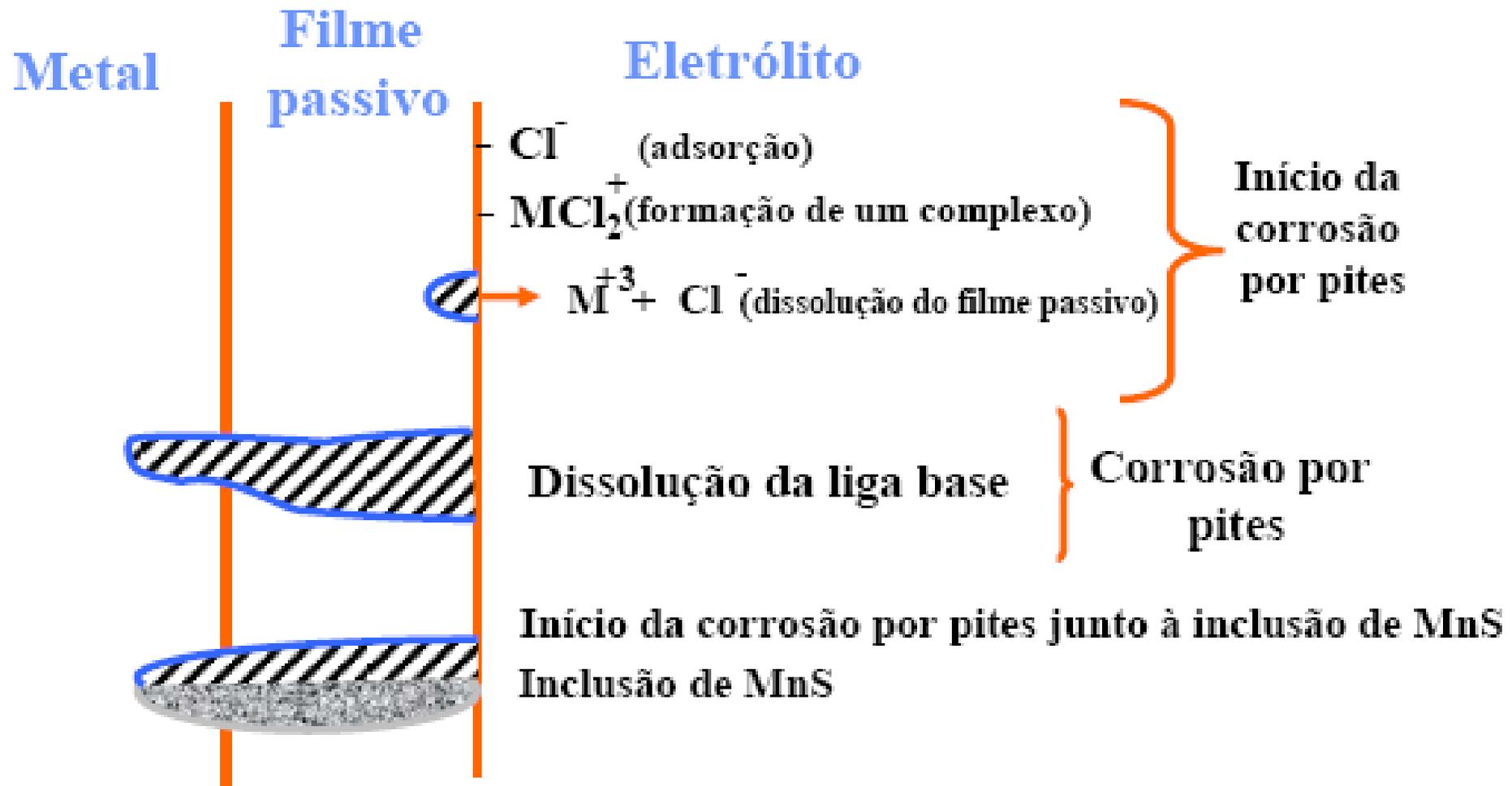
Corrosão por Pites

Potencial de Pite 0.02M NaCl pH=6.6



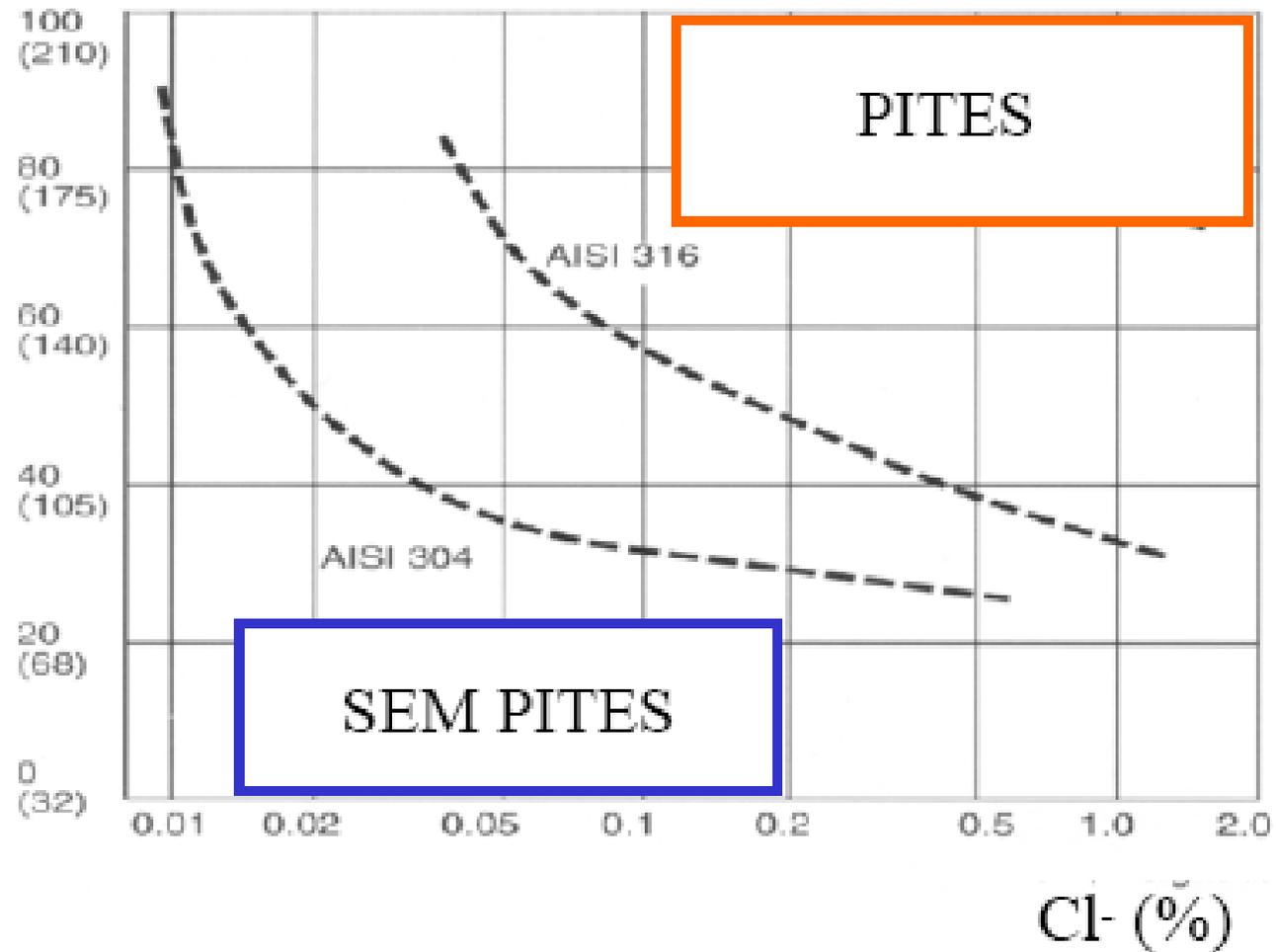
Corrosão por Pites

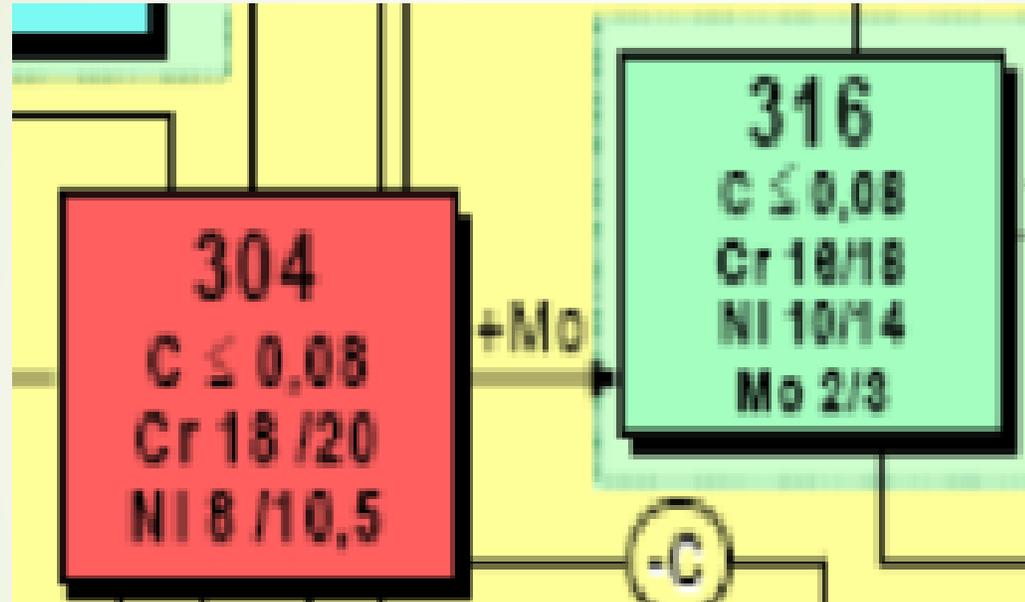
Mecanismo



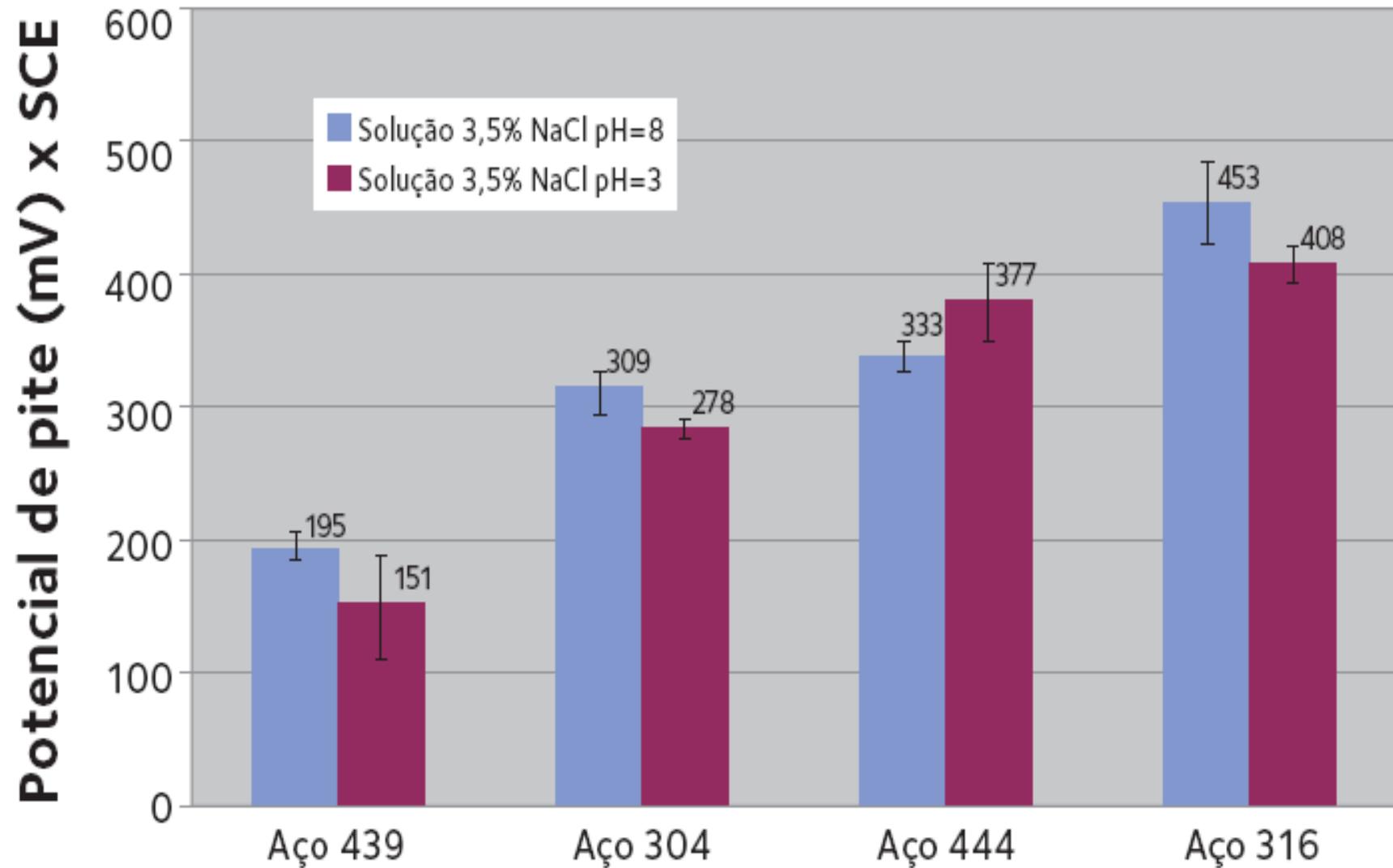
Corrosão por Pites

T(° C/F)

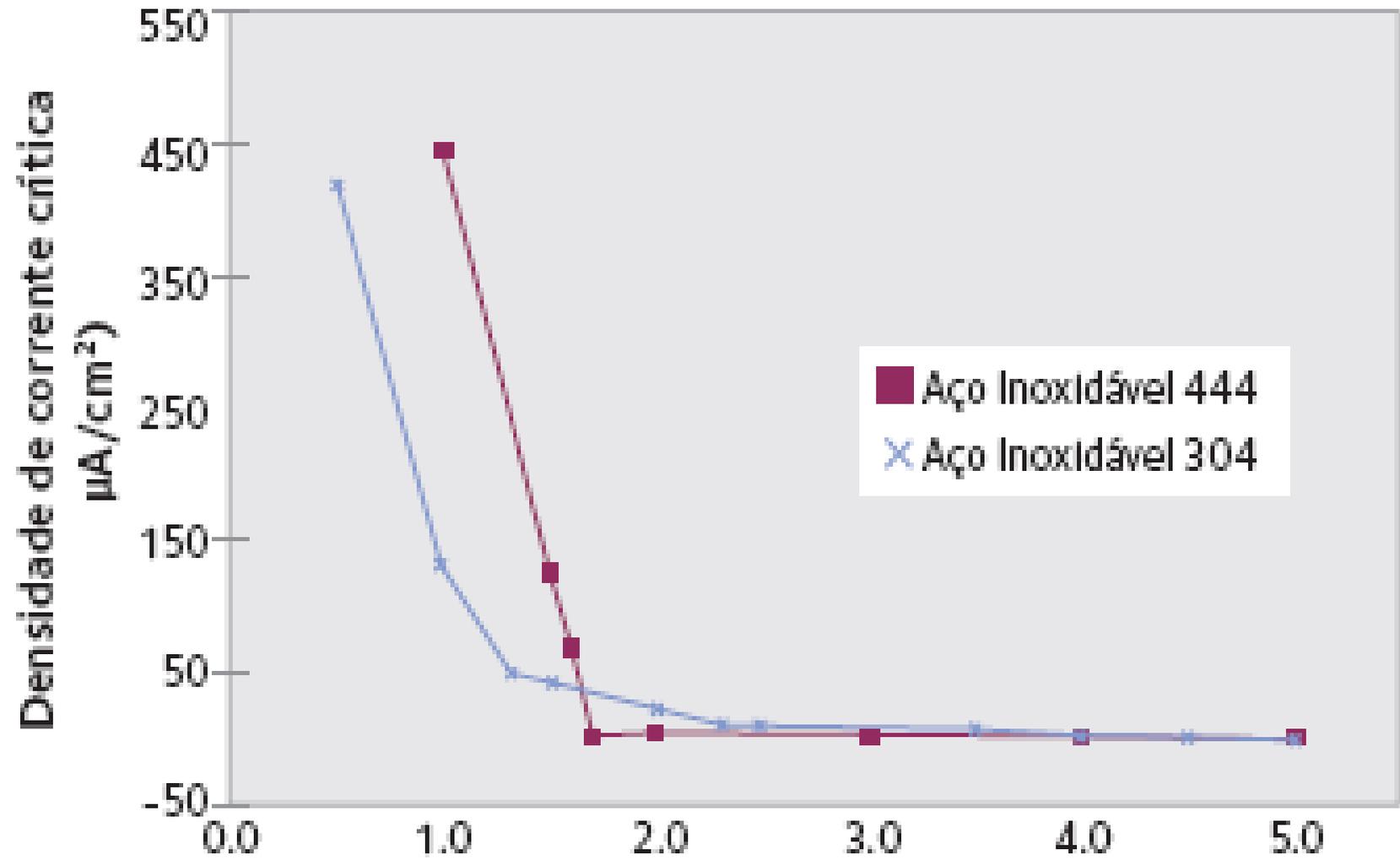




Corrosão por Pites

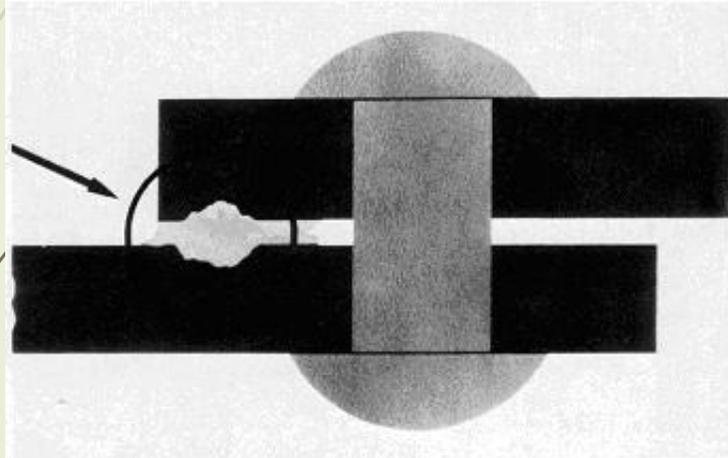


Corrosão por Pites



Outros tipos de corrosão nos aços inoxidáveis

- Corrosão em aresta ou frestas



- Pilha de aeração diferencial – a região em contacto com a menor pressão de O_2 se torna anódica → a corrosão ocorre nas interior das frestas.

- Pilha de concentração iônica – o eletrodo se torna mais ativo quando decresce a concentração de seus íons na solução → a corrosão ocorre nas bordas das frestas.

Corrosão por frestas

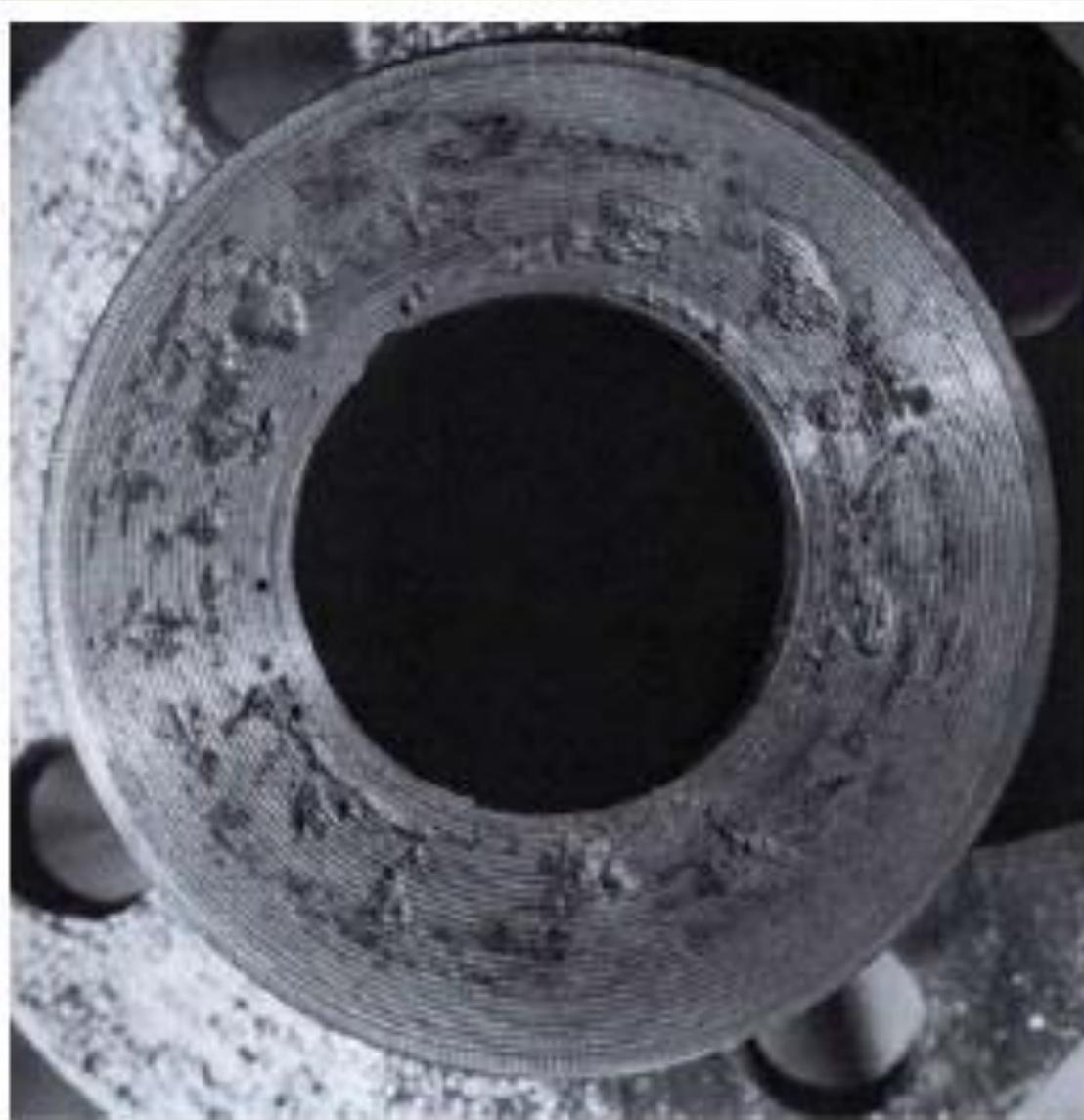


Fig. 9 - Corrosão por frestas em um aço inoxidável.



- Corrosão sob tensão



- **Materiais susceptíveis: aços inoxidáveis austeníticos, aços inoxidáveis martensíticos;**
- **Meios agressivos: soluções contendo cloretos, hidrogênio (H_2S , carregamento catódico).**

Corrosão Geral ou uniforme

Características Principais:

- Corrosão a uma velocidade uniforme, em toda a sua superfície. O resultado final seria a perda de espessura.
- Reação química ou eletroquímica que se processa sobre toda a superfície exposta do material. Este se torna mais fino e, eventualmente, fratura.

Corrosão Geral ou uniforme

Características Principais:

As adições de Ni e Mo também expandem a faixa passiva.

A corrosão geral é uma ruptura uniforme do filme passivo.

Referências:

- taxa de corrosão $< 0,05$ mm/ano - para alimentos,
- taxa de corrosão de 0,5 mm/ano - para aplicação industrial.
- taxa de corrosão $> 1,3$ mm/ano – pode ser toleradas, e acima não são viáveis.

Referências

- **V. Gentil CORROSÃO. RIO DE JANEIRO:LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S. A. 4 Edição. 341p. 2003.**
- **Callister W. D. Ciência e Engenharia de Materiais. Cap. 17 pag.455. Ed, 2007. Ed. LTC**
- **ASM Metals Handbook Volume 5 – Surface engineering. 1994.**
- **CHAWLA, S. L.; GUPTA, R. K. Materials Selection for Corrosion. Editora ASM International, 1995. 508pag.**
- **ASM. Corrosion: Fundamentais, Testing and Protetion. In. Metais Handbook. V.13, 9 ed. ASM International: The materials Information Siociety. 2003.**