

CORROSÃO EM ÁREAS COM SOLDA

SQF0338 - Corrosão e Eletrodeposição
Instituto de Química de São Carlos
Universidade de São Paulo

Fernanda B. C. de Paula
Flávia Ferreira Franco

Introdução

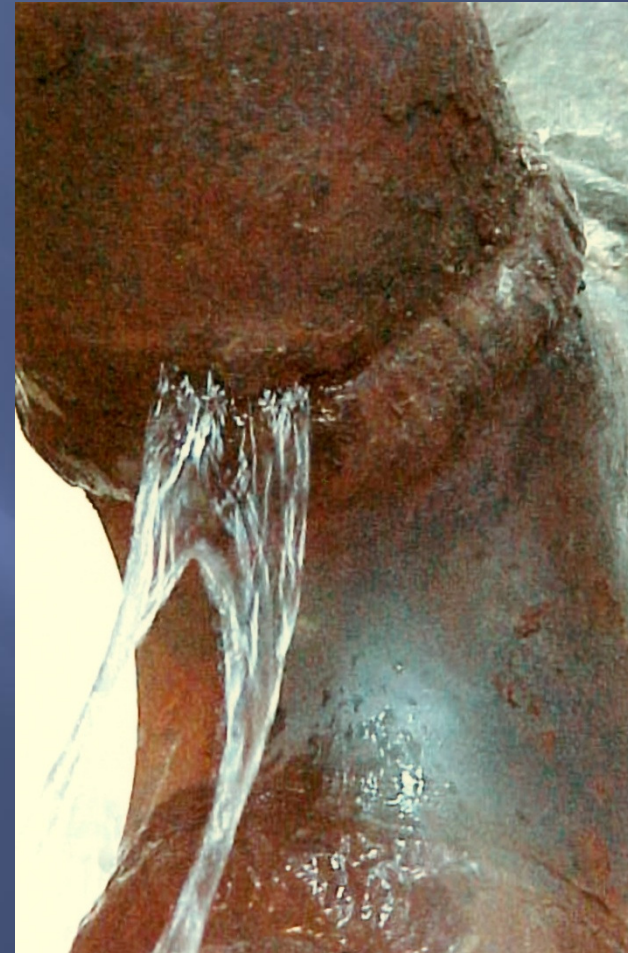
- ❖ No segmento de soldagem, a corrosão é responsável por grande parte dos problemas encontrados.
- ❖ Maior tendência à corrosão das regiões soldadas em comparação ao restante da estrutura.
- ❖ A vida útil de muitos equipamentos soldados pode ser drasticamente reduzida.



Corrosão em área próxima à solda

Introdução

- ❖ **As especificações raramente consideram aspectos de resistência à corrosão.**
- ❖ **Somente com o conhecimento sobre os tipos de corrosão que atuam em juntas soldadas, atitudes eficazes poderão ser tomadas no sentido de evitá-los.**



Perfuração com escoamento de água em área de solda

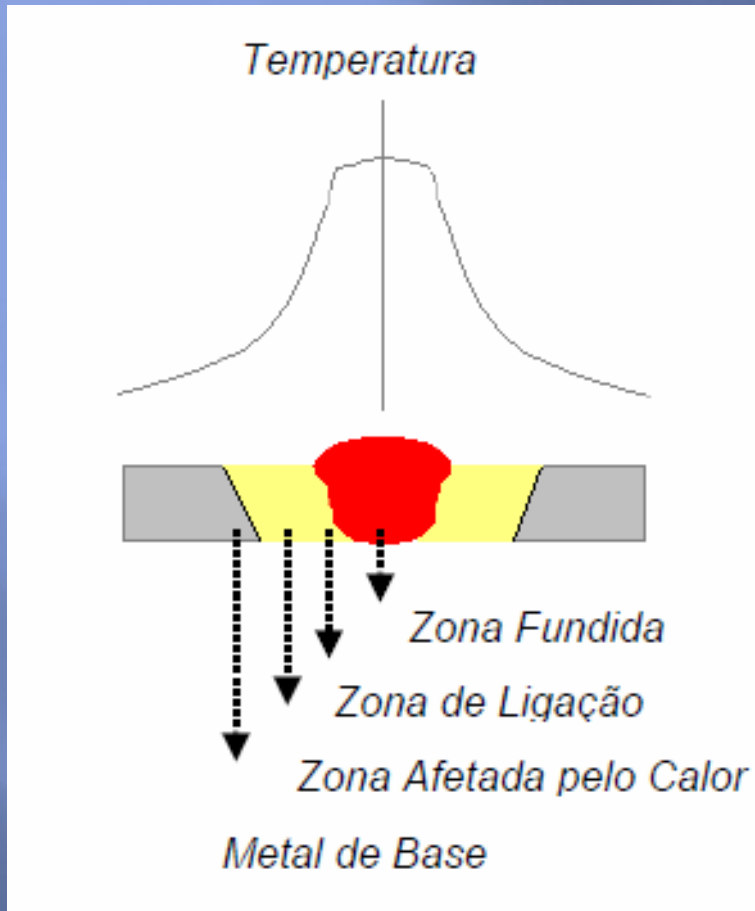
Corrosão em áreas com solda

- ❖ A corrosão intergranular evolui de maneira imperceptível até o colapso total do componente.
- ❖ É caracterizada pela degradação preferencial das regiões dos contornos de grão de uma liga metálica.
- ❖ Está associada a aços inoxidáveis que tenham sido aquecidos em temperaturas entre 400-950°C e em seguida colocados em meios corrosivos que atacam os contornos de grãos.

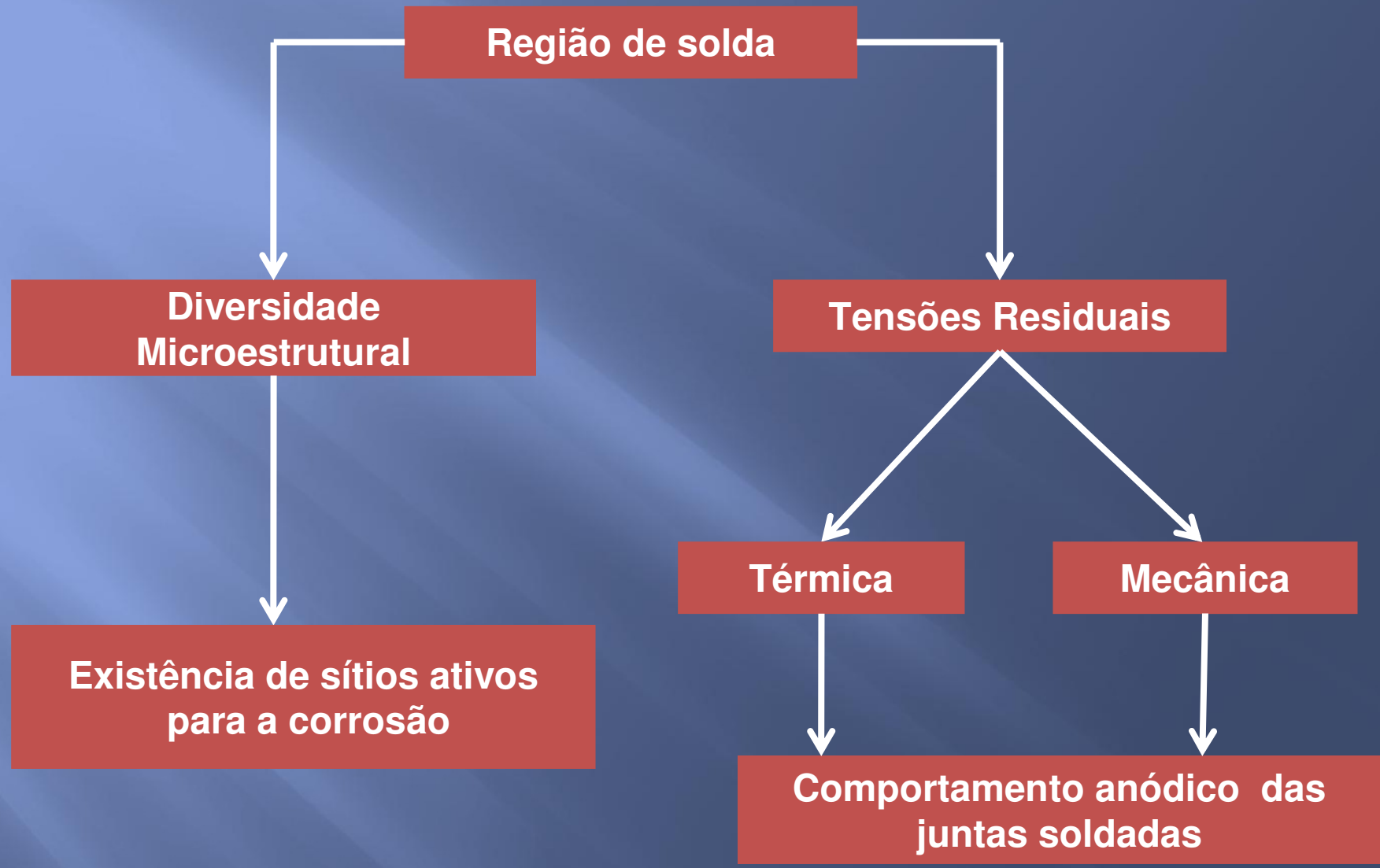
Corrosão em torno de cordão de solda em aço inoxidável.



Corrosão em áreas com solda



- ❖ Aquecimentos e resfriamentos cíclicos não homogêneos nas regiões próximas à solda.
- ❖ ZF e ZAC podem apresentar diferenças microestruturais significativas após a soldagem.
- ❖ Diferenças relacionadas à composição química, à microsegregação de elementos de liga, ao tamanho de grão, à transformação de fases e ao aparecimento de novos precipitados.



 **Análise das condições macroscópicas**

Sensitização

- ❖ **Aços inoxidáveis austeníticos, ligas de alumínio, de cobre, de magnésio e de zinco.**
- ❖ **Exemplificando para os aços, é o fenômeno que ocorre devido a precipitação de carbeto de cromo nos contornos de grãos, tornando-os suscetíveis à corrosão intergranular.**
- ❖ **Área situada a alguns milímetros em torno da extensão do cordão de solda.**

Corrosão em faca

- ❖ Ocorre após soldagem de aço inoxidável estabilizado com titânio ou nióbio.
- ❖ O mecanismo se baseia na solubilidade em alta temperatura dos carbeto de titânio ou nióbio em aço inoxidável.
- ❖ Observa-se uma faixa de corrosão intergranular ao longo do material.



Diferentes áreas de corrosão em torno da solda

Casos envolvendo corrosão em áreas com solda

Sistema

Interligação de linhas de tubulações.

Material

Componentes tubulares de aço-carbono revestidos à base de tinta de alumínio.

Meio Ambiente

Atmosfera industrial.

Processo Corrosivo

Aparecimento de produto de corrosão nas áreas de solda chegando a perfuração em alguns casos.



Corrosão predominante na área de solda do componente tubular do pipe-rack.

Casos envolvendo corrosão em áreas com solda

Causa

- ❖ Elevação da temperatura durante a soldagem;
- ❖ Formação de uma fina película de óxidos de ferro;
- ❖ Respingos e óxidos permaneceram e impediram a adequada aderência do revestimento.

Solução

- ✓ Limpeza das áreas deterioradas;
- ✓ Aplicação do revestimento a base de tinta epóxi.



Corrosão no componente tubular com perfuração localizada na parte inferior do cordão de solda.

Casos envolvendo corrosão em áreas com solda

Sistema

Tubulações e áreas de solda.

Material

Tubulações de aço-carbono revestidos com tinta alumínio-fenólica e junções soldadas.

Meio Ambiente

Ambiente marítimo.

Processo Corrosivo

- ❖ Corrosão localizada na área das junções soldadas,**
- ❖ Presença de respingos de solda em torno dessas junções.**

Casos envolvendo corrosão em áreas com solda

Causa

- ❖ Permanência de respingos,
- ❖ Presença de névoa salina.

Solução

- ✓ Limpeza das áreas deterioradas,
- ✓ Aplicação de revestimento a base de tinta alumínio-fenólica.



Corrosão em tubulação em área próxima à solda.

Casos envolvendo corrosão em áreas com solda

Sistema

Tanque de aço inoxidável

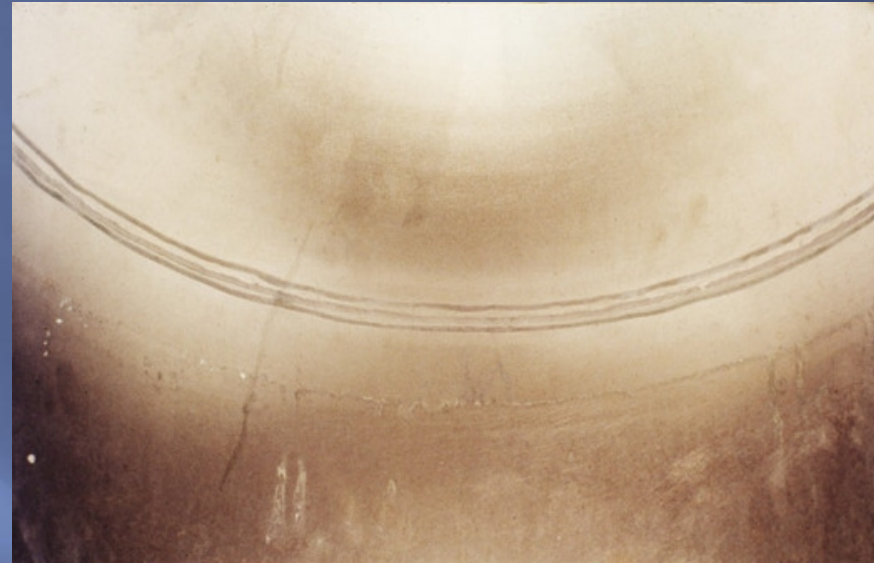
Material

Aço inoxidável AISI 304

Condições Operacionais

Tanque aberto, usado para preparação de produtos químicos, em fase de pesquisa

❖ Produto experimental: fosfatizante contendo H_3PO_4 , HNO_3 e pequena quantidade de fluoreto.



Corrosão em torno do cordão de solda no tanque de aço inoxidável

Casos envolvendo corrosão em áreas com solda

Processo corrosivo

Corrosão em torno do cordão de solda após contato por cerca de 3 horas com solução experimental do fosfatizante

Causa

- ❖ **Aço inoxidável sensibilizado;**
- ❖ **Meio corrosivo ácido contendo fluoreto**

Solução

- ❖ **Evitar contato com produtos ácidos;**
- ❖ **Utilizar aço inoxidável AISI 316-L ou aço inoxidável estabilizado com titânio**

Casos envolvendo corrosão em áreas com solda

Sistema

Tubulação de água branca de fábrica de papel.

Material

Aço inoxidável AISI 304

Condições Operacionais

Água branca:

- ❖ Cloreto ~ 120 ppm;
- ❖ Temperatura: 55-60°C;
- ❖ pH = 5,5-5,9



Corrosão em torno do cordão de solda com formação de pites ou alvéolos

Casos envolvendo corrosão em áreas com solda

Processo Corrosivo

Corrosão no cordão de solda e em torno e ao longo do mesmo → aparição de pites ou alvéolos

Causa

Aço AISI sensitizado

❖ Presença de cloreto, temperatura e meio ácido ($\text{pH} < 7$)

Corrosão no cordão de solda

❖ Imperfeições na soldagem → posicionamento deficiente nas superfícies

Consequencia: formação de bolsões, com penetração incompleta na solda

Solução

✓ Utilização de aço inoxidável AISI 316-L

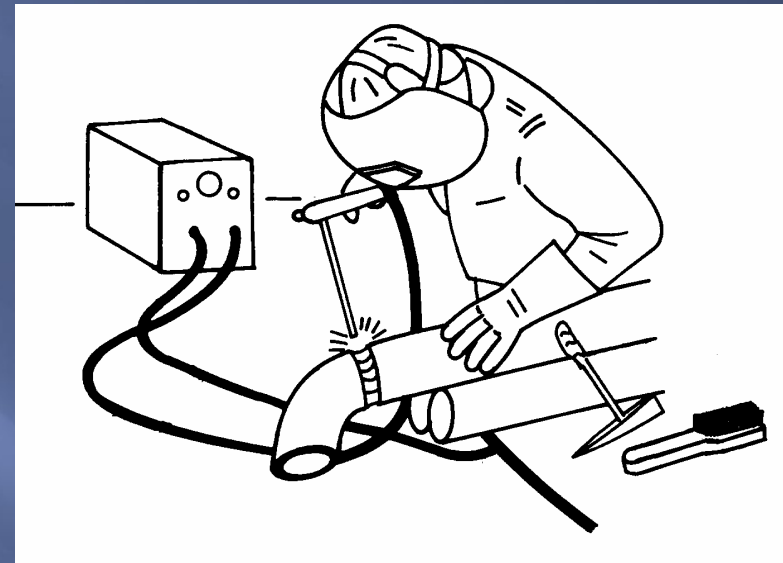
✓ Procedimentos corretos de soldagem

Cuidados para selecionar e qualificar um processo de soldagem

- ❖ **Avaliar a agressividade do meio corrosivo e identificar os principais tipos de processos corrosivos atuantes;**
- ❖ **Selecionar um consumível que se apresente catódico em relação ao metal de base;**
- ❖ **Selecionar um processo de soldagem, técnicas e alívios de tensões que garantam ciclos térmicos necessários para promover microestrutura necessária;**
- ❖ **Selecionar e especificar um processo de limpeza adequado pós-soldagem;**

Cuidados para selecionar e qualificar um processo de soldagem

- ❖ Realizar testes de quantificação que avaliem o acabamento da solda e a resistência a corrosão;
- ❖ Garantir que a soldagem seja realizada conforme a qualificação;
- ❖ No caso de reparos, seguir processo qualificado e dar atenção ao acabamento;
- ❖ Realizar uma inspeção visual fina, enfatizando a resistência a corrosão



Referências bibliográficas

1. Gentil, V. – Corrosão. 5ª edição, 2007

***2. Fedele, R. – Corrosão Intergranular em Juntas Soldadas, parte I.
Revista Soldagem & Inspeção, ano 6, nº 3***

3. Annelise Zeemann – site www.infosolda.com.br

***Obrigada a todos
pela atenção***