



Primeiro-Tenente (RM2-EN) Renata Ferreira da Silva Moreira
Ajudante da Seção de Análise de Projetos da DOCM.

Graduada em Engenharia Química pela Universidade Federal Fluminense - UFF, Mestre em Ciências, com Ênfase em Físico-Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ.

A CORROSÃO E SEUS ASPECTOS NA ENGENHARIA CIVIL

1. INTRODUÇÃO

O termo corrosão é utilizado para determinar o processo de destruição total, parcial, superficial ou estrutural dos materiais por ataque químico, eletroquímico ou eletrolítico.

É importante considerar os efeitos da corrosão, com o avanço e a obsolescência tecnológica, que são indicadores importantes na determinação dos custos diretos e indiretos, os quais podemos exemplificar a seguir:

- **custos diretos:** são os que se enquadram na substituição de peças e equipamentos que sofreram corrosão, incluindo energia, mão de obra e manutenção de sistemas de proteção anticorrosiva.

- **custos indiretos:** são os que impactam de igual modo, como por exemplo paralisações acidentais, perda de produto, perda de eficiência, contaminações de produtos, superdimensionamento de projetos, acidentes e mortes e contaminação do meio ambiente.

2. OBJETIVO

O presente artigo tem como objetivo apresentar uma explanação do assunto que envolve corrosão, os tipos de corrosão que podem ocorrer, bem como as mais variadas situações a que são submetidos alguns materiais de suma importância para diversas atividades relativas a obras civis e marítimas.

3. TIPOS DE CORROSÃO x PROTEÇÃO/PASSIVAÇÃO

Dentre as corrosões, pode-se considerar 4 tipos: A corrosão química, a eletroquímica, a eletrolítica e a galvânica.

Corrosão Química:

Este processo corresponde ao ataque de um agente químico diretamente sobre o material, sem transferência de elétrons de uma área para outra.

No caso de um metal ou liga, o processo consiste numa reação química entre o metal e o meio corrosivo, resultando na formação de um produto de corrosão sobre a superfície metálica.

A formação de uma película quase impermeável sobre a superfície metálica pode inibir ou impedir a continuação do processo corrosivo, a qual é denominada de passivação.

A corrosão química também pode ser interpretada como a deterioração de polímeros (plásticos, borrachas e materiais compostos), sujeitos à ação de solventes orgânicos e/ou oxidantes enérgicos. No caso da corrosão de plásticos e de borrachas por solventes orgânicos específicos, pode haver a descaracterização destes materiais, principalmente em relação às suas propriedades físicas, pela perda da rigidez ou da flexibilidade, acarretando o desgaste, que dependerá, por sua vez, da ação e das propriedades do agente agressivo. Cada tipo de material poderá ter um mecanismo específico de corrosão que depende das propriedades físico-químicas de corrosão do material e do agente químico.

Exemplos de corrosão química em concreto armado.



Fonte: MAINIER, F. B., CORROSÃO E INIBIDORES DE CORROSÃO, 2007

A destruição do concreto, observada em pontes e viadutos, tem como uma das causas a corrosão química, explicada pela ação dos agentes poluentes sobre os constituintes do concreto armado, como o cimento, a areia, os agregados de diferentes tamanhos e, principalmente sobre as ferragens da armação.



Fonte: <http://www.metalica.com.br/images/stories/Id5570/vergalhao02.jpg>

Corrosão Eletroquímica:

Trata-se de um processo espontâneo, passível de ocorrer quando o metal ou liga está em contato com um eletrólito, onde acontecem, simultaneamente, as reações anódicas e catódicas. A transferência dos elétrons da região anódica para a catódica é feita por meio de um condutor metálico, e uma difusão de ânions e cátions na solução fecha o circuito elétrico.

A intensidade do processo de corrosão é avaliada pelo número de cargas de íons que se descarregam no catodo ou, então, pelo número de elétrons que migram do anodo para o catodo.

Exemplo de corrosão eletroquímica ocorrida em tomadas de energia. Meio exposto facilitando a corrente elétrica, o que favorece a corrosão.



Exemplo de tomada de energia exposta



Outro exemplo de tomada de energia exposta

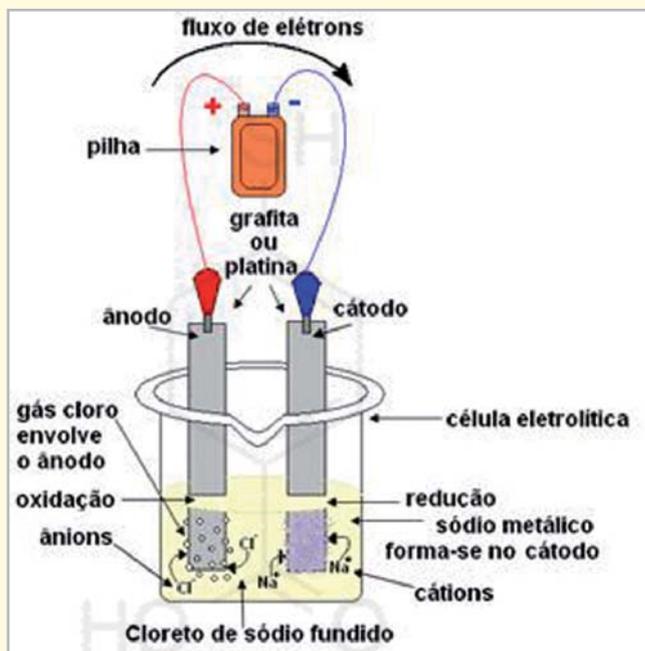
Corrosão Eletrolítica:

A corrosão eletrolítica se caracteriza por ser um processo eletroquímico, que se dá com aplicações de corrente elétrica externa. Isto significa que é um processo não espontâneo de corrosão. Ela é provocada por correntes de fuga, também chamadas de parasitas ou estranhas.

Este fenômeno ocorre com frequência em tubulações de petróleo e de água potável, em cabos telefônicos enterrados, em tanques de postos de gasolina e outros.

Uma das eletrólises de maior importância comercial é a do cloreto de sódio (NaCl), o sal de cozinha, o que exemplifica o referido processo.

Esquema de processo de eletrólise ígnea do cloreto de sódio (sal de cozinha)



Fonte: http://euqueroquimica.blogspot.com.br/2013_10_28_archive.html

Exemplo de corrosão eletrolítica



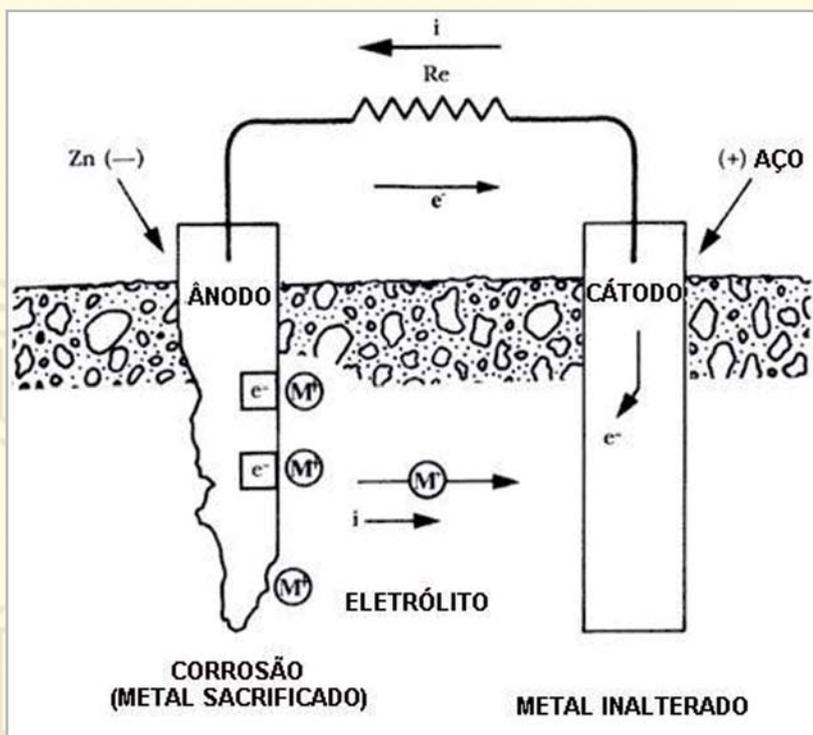
Fonte: <http://3.bp.blogspot.com/-TMZypn2a-pk/VVfft2jMMcl/AAAAAAAAAAL0/mMe9NA7Wtrl/s400/corrosao.jpg>

Corrosão Galvânica:

É resultante do acoplamento de dois metais ou ligas diferentes em contato com eletrólito, causando a transferência da carga elétrica de um para outro, por terem potenciais diferentes.

Caracteriza-se por apresentar corrosão localizada, próxima à região do acoplamento, ocasionando profundas perfurações no material metálico, que funciona como anodo.

A figura ilustra a representação genérica de uma corrosão galvânica, onde se pode observar a deterioração do anodo (zinco) devido a transferência de elétrons, frente ao metal que permanece intacto (catodo – aço).



Fonte: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/079/htm/sec_7.htm

Pode-se considerar uma gama de fatores que envolvem a prevenção contra o processo de corrosão, os quais devem ser analisados com cautela a fim de adequar-se da melhor maneira a determinada condição ou situação.

São as chamadas técnicas “anticorrosivas”:

- Seleção de materiais;
- Avaliação e modificações de projetos e/ou procedimentos;
- Avaliação e modificações das condições operacionais;
- Inibidores de corrosão;
- Proteção catódica; e
- Revestimentos: metálico, orgânico e inorgânico.

O aço-carbono tem sido o material mais empregado na maioria dos segmentos de bens de produção básicos da sociedade. E, nestas últimas décadas, tem havido progressos consideráveis, tanto na fabricação de novas ligas ferrosas quanto no desenvolvimento de novos materiais. Mas, pelo baixo custo e pela amplitude do uso do aço-carbono comum, é de se esperar que o campo de exposição à deterioração também ocorra de maneira ampla.

A pintura é, sem dúvida, o método mais barato e apropriado para proteção de estruturas e equipamentos de aço contra a corrosão. A facilidade de aplicação e de manutenção faz da pintura o método mais viável para a proteção destas superfícies. A tinta é muito eficiente na proteção anticorrosiva. Basta verificar que as películas mais espessas de esquemas de pintura para aço exposto à corrosão atmosférica são da ordem de ¼ de mm.

4. INIBIDORES E O MEIO AMBIENTE

Tem-se notado que muitos problemas de corrosão poderiam ser evitados ou mesmo minimizados se, durante a fase de implantação de um processo industrial, fossem discutidas e analisadas as reações envolvidas que permitem situações de corrosão.

Isto possibilitaria criar especificações de condições operacionais que pudessem adequar o processo ao risco de corrosão. Desta forma, novas condições operacionais como temperatura, pressão, concentração, pH e velocidade de escoamento poderiam ser avaliadas com a finalidade de aumentar a vida útil dos equipamentos.

É necessário, também, que seja avaliada a compatibilidade entre os materiais e os meios corrosivos, respeitando as condições mecânicas de utilização.

Uma consideração importante são alguns métodos de proteção catódica, ou seja, anticorrosiva, sendo os mais relevantes, a proteção catódica galvânica (anodos de sacrifício) e a proteção por corrente impressa (anodos inertes).

Outra questão a ser considerada são os inibidores de corrosão, que podem ser definidos como substâncias ou misturas que, adicionadas ao meio corrosivo, têm a função de inibir ou retardar as reações de corrosão dos materiais metálicos ou não-metálicos.

Porém faz-se necessário a avaliação no tocante ao meio ambiente.

Por exemplo:

Adição de silicato de sódio na proteção de aço-carbono sujeito a águas agressivas. É importante assinalar que o silicato é um produto praticamente inócuo e que não causa problemas ambientais. Na década de 1930, foram utilizadas, na decapagem de aço-carbono, várias substâncias orgânicas tais como: toluidinas, fenilhidrazina, piridinas dimetilamina, dibutilamina, quinoleínas, etc. Ainda naquela década foi recomendada pela *American Society of Refrigeration of Engineers* a utilização de cromato de sódio juntamente com hidróxido de sódio visando à proteção de aço-carbono imerso em salmouras de cloreto de sódio ou de cloreto de cálcio.

Tanto os produtos orgânicos citados anteriormente quanto o cromato de sódio são substâncias de alto poder tóxico. Porém, atualmente, existe uma preocupação ambiental no sentido de minimizá-los ou utilizar produtos não tóxicos e compatíveis com o meio ambiente, evitando impactos e passivos ambientais. Daí a necessidade de criar tecnologias limpas direcionadas aos inibidores de corrosão.

5. CONCLUSÃO

O presente artigo, nos permite tirar algumas conclusões:

- A corrosão é um permanente desafio ao homem, pois quanto mais a ciência cria e evolui e a tecnologia aplica e avança, mais ela encontra espaço e maneiras de se fazer presente;

- É fundamental que as formulações inibidoras de corrosão estejam centradas no futuro, visando a integração com os novos segmentos da construção civil, com o homem e com o meio ambiente; e

- É importante a formação de uma consciência técnica e crítica, fundamentada na responsabilidade técnica e social dos fabricantes das formulações comerciais oferecidas ao mercado da construção civil.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- SPELLER, F.N. Corrosion in refrigeration plant, American Society of Refrigeration of Engineers, Circ. 10, 1930.

- DARLING, D., RAKSHPAL, R. Green chemistry applied to corrosion and scale inhibitors, Materials Performance (NACE), vol 37, nº 12, December, 1998, p 42-45.

- MAINIER, F. B., da Silva, R.R.C.M. AS FORMULAÇÕES INIBIDORAS DE CORROSÃO E O MEIO AMBIENTE, ENGEVISTA, v. 6, n. 3, p. 106-112, dezembro 2004.

- GENTIL, V. Corrosão. Rio de Janeiro: LTC – Livros técnicos e Científicos Editora, 1994.

- MAINIER, F. B., CORROSÃO E INIBIDORES DE CORROSÃO, 2007.

- FAZANO, CARLOS ALBERTO T.V. - "Tintas - Métodos de controle de pinturas e superfícies", Hemus Editora Ltda - São Paulo.

