INVESTIGAÇÃO DA CORROSÃO DO AÇO CARBONO EM ÁGUAS NATURAIS

Luiza Rodrigues Melo de Lima
Acadêmica do curso de Engenharia Química/Universidade Federal do Pampa
luizarodriguesmelo@gmail.com
Steffany Rincon Peters
Acadêmica do curso de Engenharia Química/Universidade Federal do Pampa
steffany.rpeters@gmail.com
Luciana Machado Rodrigues
Professora do curso de Engenharia Química/Universidade Federal do Pampa
luciana.rodrigues@unipampa.edu.br

Resumo. *Este trabalho foi realizado no curso de Engenharia Química, da UNIPAMPA, Campus Bagé, com o objetivo de investigar o caráter corrosivo de águas naturais sobre amostras metálicas de aço carbono. Foram avaliadas amostras de água do mar (coletada no município de Rio Grande-RS) e água de rio (coletada no rio Quebracho no município de Bagé-RS). As amostras metálicas foram de aço carbono tipo API 5L Grau B, comumente utilizadas para a fabricação de dutos para o transporte de petróleo e derivados. O estudo baseou-se na caracterização físico-química das amostras de águas naturais, preparação e análise morfológica das amostras metálicas, estudo da corrosão das amostras metálicas expostas aos respectivos meios, caracterização microscópica do ataque corrosivo e cálculo da taxa de corrosão. O tipo do ataque e sua agressividade foram avaliados. Ressalta-se a importância de se proteger adequadamente estruturas metálicas expostas aos ambientes de água salgada e doce.*

Palavras-chave: *Corrosão. Aço. Água.*

1. INTRODUÇÃO

A corrosão é a deterioração de material, geralmente metálico, por ação química ou eletroquímica do meio ambiente, associada ou não a esforços mecânicos (GENTIL, 2008). A Corrosão assume grande importância na vida moderna, pois é um processo espontâneo e está constantemente transformando os materiais, diminuindo e limitando sua durabilidade e desempenho (GEMELI, 2001).

Os principais meios corrosivos são (UHLIG, 1963):

- Atmosfera (urbana, rural, industrial, marítima, etc);
- Águas naturais (água potável, água do mar, água doce, água para indústria, etc);
- Solo e carvão;
- Produtos químicos;
- Alimentos;
- Substâncias Fundidas;
- Solventes Orgânicos;
- Madeira e,
- Plásticos.

Deve-se destacar a importância que representa a natureza do meio corrosivo que se encontra na imediata proximidade da superfície metálica.

<u>Corrosão Causada por Águas Naturais</u>:

Os materiais metálicos em contato com a água tendem a sofrer corrosão, a qual vai depender de várias substâncias que podem estar contaminando a mesma (FURTADO, 1981; GENTIL, 2008).

Contaminantes mais frequentes:

- gases dissolvidos: O_2, N_2, CO_2, Cl_2, SO_2, SO_3, H_2S,...
- sais dissolvidos: cloreto de sódio, de ferro e de magnésio, carbonato de sódio, bicarbonato de cálcio, …

- matéria orgânica de origem animal ou vegetal;
- bactérias, limos e algas;
- sólidos suspensos.

Também deve ser considerado o pH, a temperatura e a velocidade de agitação da água.

Sais Dissolvidos na Água:

Os sais podem agir acelerando ou retardando a velocidade do processo corrosivo. Entre os sais que influenciam com maior frequência a corrosão estão: cloretos, sulfatos, sais, bicarbonatos de cálcio, magnésio e de ferro. O efeito do cloreto de sódio, na corrosão, deve-se ao fato de este sal ser um eletrólito forte, ocasionando, portanto, aumento de condutividade, que é fundamental no mecanismo eletroquímico. O íon cloreto atua também na despassivação do aço inox e das ligas de alumínio, visto que ele pode penetrar na camada protetora de óxido de Cr e de Al.

No caso de presença de íons sulfato, SO_4^{2-}, deve-se considerar a possibilidade de ocorrência de corrosão microbiológica, originada por bactérias redutoras de sulfato, acelerando o processo corrosivo.

Gases Dissolvidos na água:

Entre os gases mais comumente encontrados na água pode-se destacar: O_2, H_2S, SO_2, SO_3, NH_3, CO_2 e Cl_2. Alguns desses gases são encontrados sempre na água, como o O_2 e o CO_2, enquanto outros ocorrem na água provenientes da absorção de poluentes atmosféricos ou devido ao tratamento com o cloro.

Sólidos Suspensos na Água:

Geralmente a água contém diversas partículas em suspensão, as quais necessitam ser removidas a fim de tornar a água adequada ao uso. Estas partículas atuam na corrosão da seguinte forma (PANOSSIAN, 1993):

● Essas partículas podem ser absorvidas pela torre de resfriamento e também podem ser poluentes atmosféricos sólidos;

● Essas partículas também podem se depositar em tubos trocadores de calor, reduzindo a eficiência térmica do equipamento e causando a corrosão sob o depósito;

● As partículas poderiam ainda causar a dureza da água e mudanças no pH;

● Podem acelerar o processo de erosão.

Matéria Orgânica na Água:

A presença de matéria orgânica na água pode resultar no crescimento biológico, o qual pode causar nas águas industriais:

● Crescimento de algas, fungos e bactérias;

● Formação de meio ácido, ex.: bactérias oxidantes de S;

● Despolarização da área catódica por bactéria redutora de sulfato;

● Formação de tubérculos de óxidos de ferro hidratados.

Corrosão em água do mar

A ação corrosiva da água do mar pode ser determinada inicialmente por sua salinidade. Essa salinidade é praticamente constante em oceanos, mas pode variar em mares.

A água do mar é um meio corrosivo complexo constituído de sais, matéria orgânica viva, matéria orgânica em decomposição e gases dissolvidos. Logo, a ação corrosiva da água do mar não se restringe à ação isolada da salinidade, ocorrendo uma ação conjunta dos diferentes constituintes.

A natureza química da água do mar e suas características biológicas fazem com que os materiais submersos sejam submetidos a diferentes variáveis, como:

● presença de vários sais (cloreto de sódio, de magnésio, bicarbonato de cálcio, sulfato de magnésio, brometo de magnésio,...);

● temperaturas variáveis;

● presença de agentes poluentes;

● desenvolvimento de *fouling*.

Ao submergir estruturas metálicas em água do mar, inicia-se um processo de incrustação proveniente de organismos vegetais ou animais, que crescem aderentes à superfície metálica. Há proliferação de algas, limos, mexilhões, que poderão formar um

depósito extremamente duro e aderente, o *biofouling.*

2. Experimental

2.1 Materiais

Foram coletadas amostras de água do mar na costa litorânea de Rio Grande-RS, oceano Atlântico, e água de rio em Bagé-RS, no rio Quebracho. As amostras foram coletadas de maneira adequada a evitar-se sua contaminação, sendo imediatamente encaminhadas para análise em laboratório.

As amostras metálicas de aço carbono tipo API 5L Grau B foram cedidas por empresa responsável pela distribuição de petróleo e derivados no estado do RS.

Os equipamentos utilizados na execução da pesquisa foram disponibilizados pela UNIPAMPA, sendo: medidor de pH digital, condutivímetro digital, medidor de oxigênio dissolvido, turbidímetro, microscópio óptico biológico e estereomicroscópio e balança analítica. E os devidos reagentes químicos necessários para as medições também foram disponibilizados.

2.2 Métodos

As amostras de águas naturais foram caracterizadas quanto ao valor de pH, índice de turbidez, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica.

As amostras metálicas foram preparadas por corte, polimento em lixas d´água até #4000, sendo sua morfologia caracterizada por microscopia óptica.

O estudo da corrosão foi procedido com a exposição a diferentes tempos das amostras metálicas preparadas nos respectivos meios de 0,1 a 120h de exposição. A cada tempo de exposição, as amostras metálicas foram monitoradas quanto a sua variação de massa e morfologia do ataque. Por fim, a taxa de corrosão do aço API foi determinada segundo a norma ASTM G1-90, para cada um dos meios agressivos.

2.3 Resultados

A morfologia da amostra metálica de aço carbono API 5L Grau B preparada por lixamento, antes de qualquer exposição a meio agressivo, é apresentada na Figura 1.

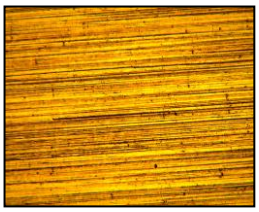

Figura 1. Morfologia da amostra metálica antes de exposição.

As amostras de aço carbono expostas durante 10min à 120h em água de rio e água do mar são apresentadas nas Figuras 2 a 5. Observa-se a rápida nucleação do ataque à superfície metálica, com a formação de pites, já à 10min de exposição.

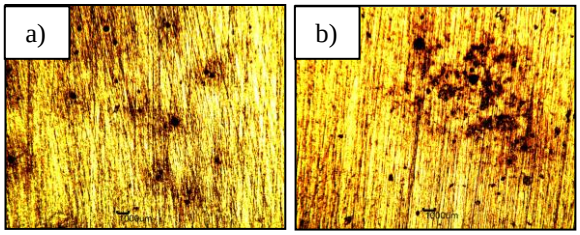

Figura 2. Ataque em 10min de exposição à (a) água de rio e (b) água do mar.

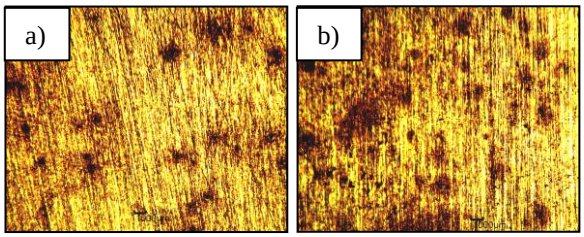

Figura 3. Ataque em 40min de exposição à (a) água de rio e (b) água do mar.

O ataque localizado se intensifica na primeira hora de exposição aos meios.

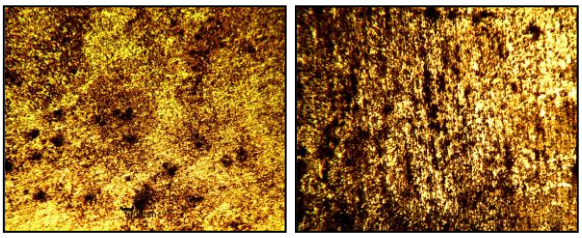

Figura 4. Ataque em 24h de exposição à (a) água de rio e (b) água do mar.

Em um período mais longo de exposição de 120h, o ataque progride ao tipo generalizado, abrangendo toda a superfície metálica. Nota-se que o ataque referente à água do mar é mais intenso do que em água de rio. Mas o meio de água doce também apresenta um nível de agressividade ao aço.

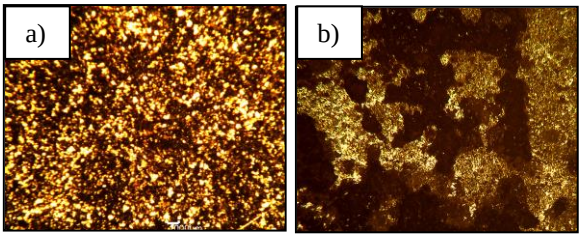

Figura 5. Ataque em 120h de exposição à (a) água de rio e (b) água do mar.

Agradecimentos

À UNIPAMPA pela infraestrutura e profissionais disponibilizados para a execução da pesquisa.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ressalta-se a importância do emprego da adequada proteção de estruturas metálicas expostas à ambientes de águas naturais, tanto de mar como de rio.

4. REFERÊNCIAS

GEMELLI, E. Corrosão de Materiais Metálicos e Sua Caracterização. LTC: Rio de Janeiro, 2001.

UHLIG, H. H. Corrosion and Corrosion Control. John Wiley & Sons: NY, 1963.

FURTADO, P. Introdução à Corrosão e Proteção das Superfícies. Imprensa Universitária, UFMG, 1981.

GENTIL, V. Corrosão. LTC: Rio de Janeiro, 2008.

PANOSSIAN, Z. Corrosão e Proteção contra Corrosão em Equipamentos e Estruturas Metálicas. 1ed. São Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1993. v. 2, 356p.