

## INFLUÊNCIA DE MEIOS CORROSIVOS E MEIOS INIBIDORES NA DETERIORAÇÃO DO AÇO-CARBONO

**Camille Vitória de Jesus Porto**  
camillevitoriaporto@gmail.com

**Helen Beatriz Leandro Brito**  
helencami2@gmail.com

**Hellen Fabrícia Alves Pereira**  
hellenr2@hotmail.com

**Kauan Rodrigo dos Santos**  
kr2235@hotmail.com

**Larissa Vitória Oliveira Santos**  
larissavitoriaos5555@gmail.com

**Talita Santos Sousa**  
talitasousats293@gmail.com

**Resumo:** A corrosão é um fenômeno impossível de ser ignorado. Ela afeta todos os materiais metálicos e não metálicos existentes, causando danos em estruturas e provocando prejuízos. Por isso, o experimento proposto procurou analisar como a corrosão se desenvolve em diferentes meios e o que acontece com o material aço-carbono quando submetido a eles. Em três dos sistemas, devido à presença de água, oxigênio e sal, a corrosão mostrou-se acentuada; entretanto, no sistema com óleo de soja, a deterioração do aço-carbono foi nula. Os resultados permitem estabelecer comparações entre as variáveis dos sistemas e os dados obtidos, destacando-se a velocidade de corrosão nos sistemas e como existem substâncias que são capazes de diminuir a velocidade de deterioração dos materiais metálicos.

**Palavras-Chave:** Corrosão; arruelas; metal; sistemas; deterioração.

### INTRODUÇÃO

Todos os anos, bilhões de reais são gastos com a corrosão. Um estudo da empresa norte-americana CCTechnologies Laboratories avaliou que de 1% a 5% do PIB dos países é consumido pela corrosão. No Brasil, de acordo com um estudo realizado pela International Zinc Association (IZA) e pela USP, esse

número é de 4%, o equivalente a R\$ 236 bilhões em 2015 (ICZ, 2017).

Segundo Silva et. al. (2019), a corrosão é um fenômeno natural comum em diversos tipos de metais, resultante de reações químicas ou eletroquímicas entre o metal e o ambiente, podendo estar ou não relacionada a esforços mecânicos. Uma importante questão a se considerar na indústria é o uso de materiais metálicos em contato com a água ou ainda com a umidade, pois, a partir principalmente da ação de sais dissolvidos, ela pode propiciar o desgaste de um material metálico através da corrosão.

Diversos são os fatores que podem acelerar a corrosão em água e entre eles estão: a presença de íons dissolvidos, aumentando assim a condutividade elétrica do meio; a presença de oxigênio em água, que se reduz na região catódica, acelerando o processo corrosivo; a velocidade de circulação da água, que é a responsável pela retirada da camada de produtos que é depositada sobre o material.

Vale ressaltar que a corrosão devido a ação da água do mar é um caso à parte, pois não se trata de um sistema isolado, mas sim de um conjunto de fatores que influenciam a corrosão.

Devido aos problemas e aos enormes prejuízos que a corrosão causa, cada vez mais vêm-se tomando medidas para o controle

e proteção contra ela. Um exemplo disto é a busca por novos métodos e materiais inibidores da corrosão.

Segundo Gentil (1996), “o inibidor de corrosão é uma substância ou mistura de substâncias que, quando presente em concentrações adequadas, no meio corrosivo, reduz ou elimina a corrosão. Substâncias com essas características têm sido muito usadas como um dos melhores métodos para proteção contra a corrosão.”

A utilização dessas substâncias acaba sendo muito mais viável para as indústrias do que lidar com os imprevistos causados pelos materiais corroídos. Segundo Zehbour na revista *Corrosão&Proteção* (2007, p. 10), “o ganho maior é mesmo a maior confiabilidade do sistema e maior vida útil dos dutos”. Isso pois, ainda segundo a revista, uma aplicação bem gerenciada é capaz de aumentar a vida útil de um duto de transporte, por exemplo, em até cinco vezes, devido à capacidade dos inibidores de reduzir em até 95% a velocidade das reações de corrosão.

Sabendo-se da importância de evitar a corrosão e da possibilidade de utilização de inibidores para tal, buscou-se estudar como meios aquosos e orgânicos influenciam a corrosão do material aço-carbono.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Equipamentos utilizados*

Quatro sistemas foram montados, havendo uma arruela formada pelo material aço-carbono submersa em cada um deles:

- Sistema 1: 300mL de água destilada;
- Sistema 2: 300mL de água destilada com cloreto de sódio, a uma concentração de 0,5 mol/L;
- Sistema 3: 300mL de água destilada com cloreto de sódio, a uma concentração de 0,5 mol/L, e aeração forçada;
- Sistema 4: 164mL de óleo de soja.

Como recipientes para os meios corrosivos, foram escolhidos potes de sorvete de 2L, capazes de armazenar os sistemas e possibilitar boa visualização do experimento, como pode ser visto nas figuras 1, 2, 3 e 4:

**Figura 1-** Sistema 1 após 3 semanas do início do experimento



**Figura 2 -** Sistema 2 após 3 semanas do início do experimento



**Figura 3 -** Sistema 3 após 3 semanas do início do experimento



**Figura 4** - Sistema 4 após 3 semanas do início do experimento



A bomba utilizada no sistema com aeração forçada (3) contou com a reutilização de materiais velhos para substituir uma bomba de aquário comum. Ao fim da montagem, a bomba ficou como apresentada na figura 5, sendo formada por:

- 1 motor elétrico de dvd, que funcionava quando submetido a voltagens acima ou iguais a 0,3 volts;
- Fios de cobre para ligação do motor elétrico;
- Pilhas recarregáveis;
- Palito de pirulito;
- Hélice de computador.

**Figura 5** - Bomba para utilização no sistema 3



### **Desenvolvimento do experimento**

Diariamente, os sistemas eram checados no local onde estavam armazenados, para garantir sua integridade. Além disso, havia a necessidade de manutenção do sistema 3, pois, como dito anteriormente, foram utilizadas pilhas recarregáveis; assim, quando elas esgotavam sua carga armazenada, eram substituídas e postas para recarregar, em um processo que costumava ser repetido de duas a três vezes ao dia.

As arruelas permaneceram submersas nesses meios durante um período de vinte e um dias. Semanalmente, as arruelas eram lixadas e pesadas, assim obtendo-se os valores de variação da massa. O único sistema que não participou dessa metodologia foi o sistema 4. Assim, não se obtiveram os valores da variação semanal da massa da arruela ali submetida, mas um único valor de variação após todo o período em que a arruela esteve naquele meio.

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

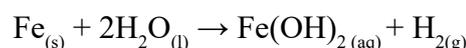
Os valores de variação da massa obtidos através de pesagem podem ser verificados a seguir:

#### **VARIAÇÃO DA MASSA DO METAL DEVIDO A OXIDAÇÃO EM DIFERENTES MEIOS**

SISTEMAS	Massa Inicial da Arruela (g)	Massa Após 1 Semana (g)	Massa Após 2 Semanas (g)	Massa Após 3* Semanas (g)	Massa Perdida (g)
Água Destilada (1)	3,6133	3,6034	3,5933	3,5862	0,0271
Água com Sal (2)	2,8710	2,8596	2,8500	2,8435	0,0275
Água com Sal e Aeração (3)	3,5978	3,5816	3,5283	3,5090	0,0888
Óleo Vegetal (4)	3,5090	//	//	3,5088	0,0002

\*: No caso do sistema 4, a massa apresentada foi medida após 3 semanas e 4 dias.

Ao expor-se as arruelas ao experimento, pôde-se perceber a formação de produtos da corrosão nos sistemas 1, 2 e 3. As reações ocorridas que explicam a ocorrência desses produtos são:



- Com baixo teor de oxigênio, tem-se:



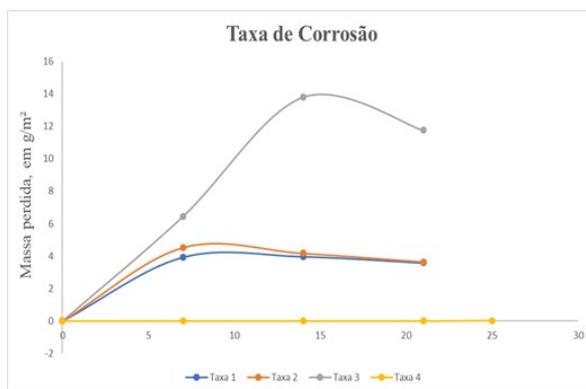
- Com alto teor de oxigênio, tem-se:  
 $2\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3$   
 $2\text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$

Segundo BUSCARIOLO (2014), o óxido de ferro (III) mono-hidratado ( $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) é um composto que possui coloração castanho-avermelhada e o óxido de ferro (II,III) ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) é um sólido de coloração preta, também conhecido como magnetita. Pode-se observar esses compostos na Figura 6:

**Figura 6** - Arruela com a deposição de  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  e  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$



Sabendo-se que as arruelas tinham área aproximada de  $0,00036 \text{ m}^2$ , calculou-se a taxa de corrosão, em gramas por dia vezes metro quadrado, em cada semana, como pode-se observar no gráfico 1:



A partir disso, podem-se fazer as seguintes observações:

No sistema 1, é perceptível a formação de uma fina película de produtos da corrosão,

denominada de camada de passivação.

A passivação presta-se para assegurar a resistência à corrosão do componente ou peça e, conseqüentemente, sua durabilidade. Apesar deste processo de passivação ocorrer naturalmente, ele pode ser induzido através da ação de ácidos fortemente oxidantes. Porém, existem fatores que facilmente podem combater essa passivação, como a salinidade, a aeração e a agitação, vistas claramente nos sistemas 2 e 3.

No sistema 4, observa-se que o valor de variação da massa obtido pode ser considerado nulo, uma vez que está dentro da faixa de erro da própria balança analítica onde foram realizadas as pesagens. Essa variação insignificante pode ser explicada pelo fato de a arruela não ter tido nenhum tipo de contato com água ou com oxigênio enquanto esteve imersa no óleo de soja.

É por esse motivo que o óleo é tão utilizado na indústria, já que a corrosão e a oxidação são grandes vilões da indústria mundial. Por isso, o uso de fluidos para evitar oxidação é tão importante. Na indústria automobilística, por exemplo, a função do óleo quando alguma peça apresenta problema é proteger e lubrificar as ferramentas.

Existem registros (NATHAN, 1973) que documentam, no início do século XX, o uso de misturas de melaços, amidos e óleos vegetais na proteção de peças de aço-carbono após a decapagem ácida.

Como inibidores de corrosão, moléculas orgânicas fortemente polares são alvo de interesse na indústria de petróleo, já que promovem a formação de um filme protetor na interface metal-meio corrosivo. Na indústria de óleos, destaca-se a classe dos tensoativos (apresentam afinidade por óleos, gorduras e superfícies das soluções com sólidos, líquidos ou gases) que, ao serem injetados sobre o óleo, promovem a formação de um filme superficial contendo grupos alquil-orientados, que deslocam as moléculas de água (salina) da superfície metálica (ROSSI, 2007).

## CONCLUSÕES

De acordo com a bibliografia estudada, a corrosão acontece por dois principais mecanismos de processo, os químicos e os eletroquímicos, nos quais a interação físico-química entre o material e o meio pode resultar em alterações negativas. Diante dessa vertente, surgem vários tipos de meios que influenciam a corrosão.

Baseando-se nos resultados avaliados no experimento, é possível notar as diferentes formas de como o metal reagiu em cada meio. No sistema de água destilada, a corrosão ocorreu principalmente devido à presença do oxigênio já dissolvido em água, gerando uma variação de 0,75% entre a massa da arruela perdida e a massa pesada inicialmente.

No de água com sal, a corrosão ocorre por conta do sal dissolvido na água, efeito do cloreto de sódio ao aumentar a condutividade, fundamental no mecanismo eletroquímico de corrosão (variação: 0,95%).

O sistema de água com sal e aeração tinha o objetivo de apresentar uma certa semelhança com a água do mar, por esta possuir sais dissolvidos em si e estar em constante aeração e agitação. Assim, realizando-se a razão entre a massa perdida e a massa total, constatou-se que este sistema apresentou a maior porcentagem de corrosão entre os quatro sistemas avaliados: 2,47%.

Por último, o sistema com óleo de soja torna possível notar como algumas substâncias atuam como agentes inibidores (variação: 0,000057%, dentro da faixa de erro da balança analítica), e isso ocorre justamente pois essas substâncias evitam o contato do aço-carbono com a umidade e com o oxigênio presentes no ar, elementos estes que aceleram o processo corrosivo.

Diante dos dados obtidos, é perceptível observar que um mesmo material se comporta de diferentes maneiras de acordo com o meio em que se encontra. Vale também notar a possibilidade de utilização do óleo vegetal como um agente orgânico anticorrosivo, isso pois é importante estudar possíveis substâncias

que se mostrem capazes de reduzir os gastos com os processos corrosivos.

## REFERÊNCIAS

BUSCARIOLO, M. A.; OLIVEIRA, F. G. de; SILVA, K. V. da;. Relatório de Química Experiência: Cinética Química Itajubá, 2014.

Corrosão&Proteção. “Inibidores de Corrosão: confiabilidade e redução de custos”. Ed. 04, mar/abr 2007, p. 9.

GENTIL, V. Corrosão. 3ª Ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1996.

ICZ. Como a galvanização reduz custos e aumenta a durabilidade das estruturas de painéis fotovoltaicos. ICZ – Instituto de Metais Não Ferrosos. 2017.

NATHAN, C.C. Corrosion Inhibitors, Houston, Texas: National Association of Corrosion Engineers (NACE), 1973.

ROSSI, C. G. F. T. et. al. Estudo comparativo da eficiência da difenilcarbazida e do óleo de coco saponificado microemulsionados na inibição da corrosão de aço carbono. Química Nova, São Paulo, vol.30, no.5, p. 1128, set/out 2007. M

SILVA, J. A. da et al.. Uso de extratos naturais como inibidores de corrosão para o aço AISI 304. Acta Brasiliensis, Patos, v.3, n.1, p. 21-24, 2019.