



## Corrosão de Metais por Produtos de Limpeza

**Elizabeth Teixeira de Souza, Cristiane Aragão de Souza, Fernando Benedicto Mainier, Pedro Ivo Canesso Guimarães e Fábio Merçon**

A corrosão é um fenômeno químico comumente presente em nosso cotidiano e que possibilita a abordagem de vários conceitos químicos, bem como sua correlação com aspectos tecnológicos, sociais e ambientais. A partir de materiais caseiros e de baixo custo, desenvolveu-se um experimento simples para avaliar a corrosão de metais por produtos de limpeza.

► corrosão, metais, produtos de limpeza ◀

Recebido em 14/12/06; aceito em 30/8/07

**E**m uma visita ao supermercado, percebe-se a oferta de vários produtos para a limpeza doméstica. Essa diversidade decorre da combinação de vários componentes, tais como bases, ácidos, agentes oxidantes, tensoativos e solventes. No entanto, assim como um produto age sobre a sujeira, este também pode deteriorar a superfície metálica de uma geladeira ou fogão. Apesar de amplamente utilizados no dia-a-dia, metais e ligas metálicas requerem cuidados específicos, pois sua conservação inadequada favorece a corrosão.

No presente trabalho, pretende-se apresentar três experimentos envolvendo a corrosão de metais por produtos de limpeza. O primeiro permite a observação do fenômeno corrosivo e emprega apenas materiais domésticos e de baixo custo. O segundo possibilita a avaliação da influência do pH sobre o processo corrosivo. Por fim, com o auxílio de uma balança analítica, o último experimento permite uma análise quantitativa.

### Material

- Cobre (fio elétrico - aproximadamente 8 cm de comprimento);

- Ferro (arruelas com 1 cm de diâmetro);
- Alumínio (anéis de latas de bebidas);
- Algodão;
- Água;
- Caixas plásticas (diâmetro de 11,5 cm e altura de 2,5 cm) com oito compartimentos isolados e com tampa;
- Palha de aço;
- Solução aquosa de HCl 5% v/v (pode ser substituída por soluções comerciais de ácido muriático);
- Meios corrosivos (apresentados na Tabela 1);
- Papel indicador universal de pH;
- Balança analítica (precisão 0,01 mg).

### Procedimento

Os metais devem ser limpos com palha de aço e lavados com a solução ácida e água. Em cada compartimento das caixas coloca-se um pedaço de algodão embebido em um dos meios e sobre este coloca-se o metal. Na Figura 1 observam-se as caixas para o cobre.

### Resultados e discussão

O sistema foi mantido a temperatura ambiente e após uma semana se constatou a corrosão em diferentes amostras. Porém, visando uma variação perceptível no maior número de experimentos, o ensaio foi estendido para quatro semanas, com inspeções periódicas. Admitindo-se que o professor tem no mínimo uma aula por semana, tem-se a possibilidade de um acompanhamento semanal do processo em sala de aula.

O principal aspecto a ser destacado foi a observação da corrosão de metais em diferentes meios. Como exemplo, na Figura 2 tem-se amostras de ferro em contato com dois produtos (7 e 8), onde se observa a formação de compostos de cor castanha e sua intensificação com o tempo, principalmente com o produto 7. A corrosão é um processo espontâneo e passível de ocorrer quando o metal está em contato com um eletrólito, tendo início com a oxidação do metal (Eq. 1) e a redução da água (Eq. 2).

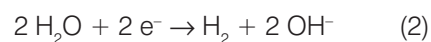


Tabela 1: Características dos meios utilizados

Meio	Tipo de produto (nome comercial)	Principal(is) componente(s)*
1	Água	-
2	Limpeza geral (Cif)	Tensoativo e solvente
3	Limpeza geral (Removedor K&M)	Tensoativo e etanol
4	Detergente de cozinha (Ypê)	Tensoativo e metanal
5	Limpeza geral (Veja Multiuso)	Tensoativo e etanol
6	Limpeza geral (Easy-off)	NaOH
7	Limpa forno (Tok)	Tensoativo e ácido sulfônico
8	Álcool comercial (Montenegro)	Etanol
9	Limpeza de vidros (Veja vidro)	Tensoativo e hidróxido de amônio
10	Limpeza geral (Jetlimp)	Tensoativo e Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
11	Limpeza geral (X-14)	Tensoativo e hidróxido de amônio
12	Limpeza geral (Veja Limpeza Pesada)	Tensoativo e etanol
13	Desodorizante de ambiente (Eco-ar)	Ácido sulfônico NaOH, Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> e metanal
14	Limpeza geral (Ajax)	Tensoativo e metanal
15	Limpeza geral (Veja com cloro ativo)	Tensoativo, NaClO e NaOH
16	Limpeza geral (Vim clorex)	Tensoativo

\*Informações coletadas dos respectivos rótulos.

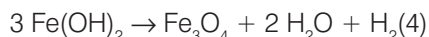


Figura 1: Sistema para o ensaio de corrosão em cobre.

Os íons Fe<sup>2+</sup> e OH<sup>-</sup> reagem formando o hidróxido ferroso:



Em meio com baixo teor de oxigênio, tem-se:



Por sua vez, caso o teor de oxigênio seja elevado, tem-se a seqüência de reações:

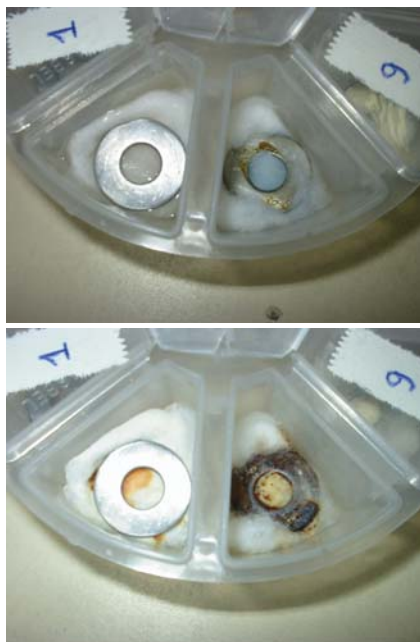
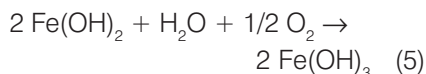


Figura 2: Amostras de ferro em contato com o produto 7 (direita) e 8 (esquerda) após (a) três e (b) quatro semanas.

Desta forma, em função do teor de oxigênio, o produto de corrosão consiste no Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (coloração preta) e/ou Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O (coloração alaranjada ou castanha avermelhada).

Este raciocínio pode ser estendido aos outros metais usados, pois na corrosão eletroquímica a reação anódica é a oxidação do metal. Todavia, a reação catódica (redução) depende de condições específicas do meio, como pH, temperatura e teor de oxi-

gênio, o que pode acarretar a formação de diferentes compostos (Gentil, 2003).

## Influência do pH

Conhecendo-se o pH do meio, pode-se aprofundar a discussão dos fenômenos observados. Assim, na Tabela 2, é apresentado o pH dos produtos utilizados.

O pH é uma variável importante nesse processo e sua influência é interpretada a partir de diagramas de equilíbrio eletroquímico (diagramas de Pourbaix) que o relacionam com o potencial de eletrodo. Esses diagramas definem as condições que favorecem três situações. Na primeira, o metal e seus respectivos óxidos são solúveis e, conseqüentemente, passíveis de sofrer corrosão. A segunda é a imunidade, na qual a corrosão é desfavorecida termodinamicamente e o metal se mantém estável. Já na última, passivação, a formação de uma película estável de óxido, hidróxido, hidreto ou sal desse metal, sobre sua superfície, impede o contato direto com o meio, evitando a corrosão (Pourbaix, 1987).

Desses diagramas, verifica-se que meios ácidos favorecem a corrosão do ferro, mas em meio básico, principalmente na faixa de pH entre 11 e 13, o ferro é passivado por uma camada protetora de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. Assim, retornando à Figura 2, compreende-se porque a corrosão em presença do produto 7 (extremamente ácido) foi muito mais intensa do que no produto 8 (pH próximo da neutralidade).

Interpretação semelhante pode ser obtida com o alumínio. Na Figura 3, a

Tabela 2: pH dos produtos utilizados

pH	Produto utilizado
0	7
6	8
7	1
8	12 e 13
9	10 e 16
10	4, 9 e 11
11	2, 3 e 14
12	5
14	6 e 15



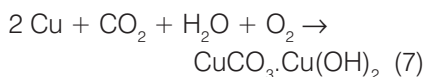
Figura 3: Amostras de alumínio após uma semana de ensaio. Na direita, tem-se o produto 6 e, na esquerda, o produto 5.



Figura 4: Amostras de cobre após uma semana de ensaio. Na direita, tem-se o produto 15 e, na esquerda, o produto 16.

amostra da esquerda (pH 12) apresenta-se íntegra, enquanto que a da direita (pH 14) demonstra nítidos sinais de corrosão. Neste caso favorecida pela dissolução da camada de passivação ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) em pH acima de 12.

O cobre, apesar de ser um metal nobre é corroído em presença de soluções ácidas ou básicas que contêm oxidantes. Na Figura 4 pode-se observar a formação de um composto verde (azinhavre - hidroxicarbonato de cobre II) em presença do produto 15. Dissolvida a camada passivante ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ,  $\text{CuO}$  ou  $\text{Cu}_2\text{O}_3$ ), o contato com ar e o meio aquoso favorecem o processo corrosivo, conforme a equação:



### Estudo quantitativo do processo

Dispondo-se de uma balança, o grau de corrosão pode ser estimado a partir das variações de massas das

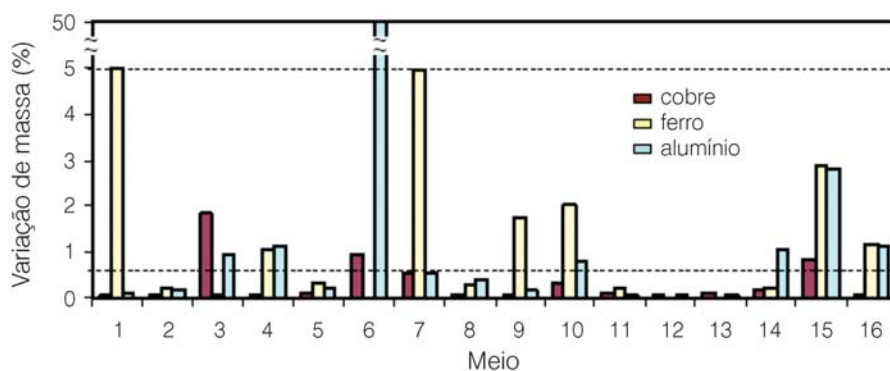


Figura 5: Variação da massa de metal nos experimentos.

do fora das condições indicadas pelos fabricantes, os resultados não foram conclusivos sobre a qualidade dos produtos analisados. Entretanto, além de possibilitar a interpretação do fenômeno da corrosão, a atividade proposta favorece uma abordagem crítica e contextualizada de questões que envolvem a química no mundo contemporâneo.

### Questões propostas

1. Analise a importância de se evitar a ingestão e o contato com a pele e olhos no uso de determinados produtos de limpeza.

2. Por que nos rótulos dos produtos de limpeza do tipo multi-uso tem-se as indicações de um teste prévio em pequena área (preferencialmente não visível) e aplicação por um curto período (1 a 15 minutos)?

**Elizabeth Teixeira de Souza** é licenciada em Química pela UERJ e ex-bolsista do programa de iniciação científica. **Cristiane Aragão de Souza** é graduanda do curso de Licenciatura em Química da UERJ e bolsista do programa de iniciação à docência. **Fernando Benedicto Mainier** (mainier@nitnet.com.br), formado em Engenharia Química pela UFRJ e doutor em Ciências pela UFRJ, é docente do Departamento de Engenharia Química da UFF. **Pedro Ivo Canesso Guimarães** (canesso@uerj.br), formado em Química Industrial pela UFF, licenciado em Química pela UERJ, doutor em Ciência e Tecnologia de Polímeros pelo IMA/UFRJ, é docente do Instituto de Química da UERJ. **Fábio Merçon** (mercon@uerj.br), formado em Engenharia Química e Licenciatura em Química pela UERJ, doutor em Ciências em Engenharia Química pela COPPE/UFRJ, é docente do Instituto de Química da UERJ e do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira.

amostras.

No gráfico da Figura 5, são apresentados os resultados após quatro semanas. Dos 48 ensaios, em 14, a variação de massa foi desprezível (menor que 0,1 %) e em 33 foi igual ou menor que 5 %. Apenas no ensaio do produto 6, com alumínio, verificou-se uma corrosão extremamente agressiva (50 %).

Apesar de alguns produtos terem composições semelhantes, nem sempre os resultados foram iguais. Segundo Pourbaix (1987), a corrosão é um fenômeno complexo, no qual diversas variáveis têm de ser consideradas e pequenas variações, muitas vezes de difícil detecção, podem acarretar desgastes significativos. Dessa forma, metais considerados com resistência normal podem sofrer corrosão, enquanto que um metal não resistente pode se comportar de modo satisfatório.

### Considerações finais

Por ser um ensaio didático realiza-

### Referências

GENTIL, V. *Corrosão*. 4ª ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003.

POURBAIX, M. *Lições de corrosão electroquímica*. 3ª ed. Trad. M. E. M. Almeida e C. M. Oliveira. Bruxelas: CEBELCOR, 1987.

### Para Saber Mais

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CORROÇÃO: <http://www.abraco.org.br>

MERÇON, F.; GUIMARÃES, P.I.C.; MAINIER, F.B. Corrosão: um exemplo usual de fenômeno químico. *Química Nova na Escola*, n. 19, p. 11-14, 2004.

**Abstract:** *Metal Corrosion by Cleaning Products.* Corrosion is a chemical phenomenon related to material degradation due environment conditions. This phenomenon is commonly present in our daily life and provides the teaching of chemical concepts as its correlation with technological, social and environment subjects. Using domestic materials with low coast, it was developed a simple experiment to evaluate metals corrosion by cleaning products.

**Keywords:** corrosion, metals, cleaning products