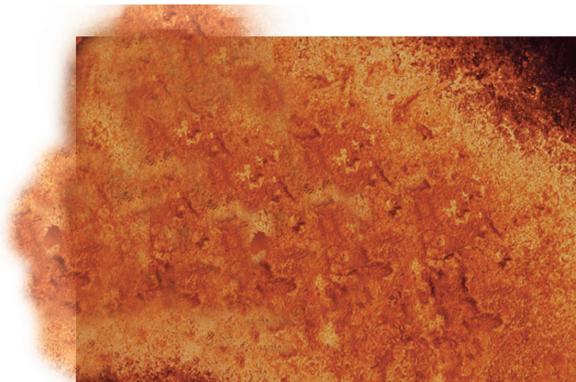




# Oxidação de Metais



**Maria Helena Cunha Palma e Vera Aparecida de Oliveira Tiera**

Este artigo relata um experimento simples realizado com material de fácil aquisição e usado para ilustrar o fenômeno da oxidação dos metais. A experiência permite assimilar os conteúdos de oxirredução, por meio da criação de quadros. Os quadros permitem discutir a reatividade, bem como os conceitos de oxirredução do ferro, cobre e outros metais. Essa metodologia foi empregada no Ensino Médio da rede pública, para a conceituação do tema Eletroquímica, tendo despertado um maior interesse e atenção por parte dos alunos, suscitando discussões enriquecedoras sobre o tema.

► oxidação de metais, cobre, ferro ◀

Recebido em 2/9/02, aceito em 22/9/03

52

Muitos processos de oxirredução têm grande importância na vida diária, como, por exemplo: a corrosão, a fermentação, a respiração e a combustão da gasolina, entre outros. O estudo da oxidação dos metais é um tema de grande importância devido ao enorme número de aplicações que estes encontram na fabricação dos mais variados produtos (Gentil, 1987). Os processos de oxidação e de redução são necessariamente co-ocorrentes, pois os elétrons liberados na oxidação são usados na redução. A ordem de reatividade dos metais pode ser estabelecida tendo como referência os potenciais padrão de redução, ou seja, quanto maior e mais positivo o  $E^{\circ}_{red}$ , maior a tendência de ocorrência da redução. Dessa forma, os metais podem ser colocados numa fila decrescente de reatividade, que obedece a ordenação dada na Figura 1.

Considerando-se os diferentes potenciais de redução, é possível observar, experimentalmente, que metais com potenciais de redução menores têm maior tendência a transferirem seus elétrons em presença de água e oxigênio, formando, portanto, seus respectivos óxidos. A oxidação de diferentes metais gera diferentes óxidos, muitos dos quais são caracterizados por cores particulares. O óxido de ferro, por exemplo, apresenta uma cor castanha avermelhada, enquanto o hidroxicarbonato de cobre(II) apresenta uma coloração azul esverdeada. Por outro lado, é possível também que a oxidação leve à formação de uma camada superficial de óxido, aderente e protetora, que impede a oxidação do metal subjacente, como é o caso do alumínio.

Neste artigo relata-se uma forma interessante de trabalhar as reações de óxido-redução, utilizando os óxidos resultantes da oxidação de fer-

ro e cobre, bem como a baixa reatividade de outros metais, para a criação de quadros.

## Material e reagentes

Tela de pintura, pedaços de metais (ferro, aço inoxidável, cobre, prata, ouro, alumínio) e solução de vinagre contendo cloreto de sódio (em uma solução de vinagre 20% (v/v), adiciona-se uma colher de NaCl) ou de permanganato de potássio (1 comprimido dissolvido em 100 mL de água).

## Procedimento

Os diferentes passos envolvidos na realização do experimento proposto estão explicitados ilustradamente no Esquema 1.

## Resultados e discussão

O contato dos metais com a solução de vinagre e sal acelera o processo de oxidação, resultando na produção de cores sobre a tela. Alguns dos metais são facilmente oxidados, enquanto outros permanecem visivelmente inalterados. Os resultados apresentados nas Figuras 2 a 4 mostram que os objetos de ferro em contato com a solução, em meio ácido e na presença de NaCl, apre-

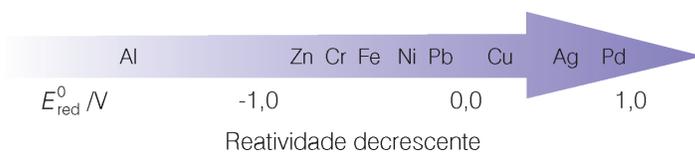


Figura 1: Fila de reatividade de alguns metais.



Figura 2: Fios de cobre, porcas, parafusos, pregos, arruelas, moedas de cobre e solução de vinagre.

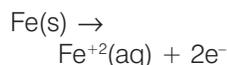
sentam uma coloração castanha avermelhada intensa, conhecida como ferrugem. Essa coloração é uma indicação da oxidação do metal. Esse processo, conhecido como oxirredução, envolve uma troca simultânea de

- ferro(III):



Para a formação de óxido de ferro, são necessários água e oxigênio, substâncias que serão utilizadas nas

elétrons. As equações químicas abaixo descrevem esse fenômeno. Inicialmente, o ferro é oxidado a ferro(II), sendo que essa etapa é acelerada pelos íons  $\text{H}^{+}$  e  $\text{Cl}^{-}$  presentes na solução ácida do vinagre:

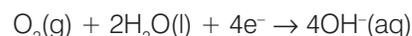


Os íons ferro(II) são posteriormente oxidados para formar os íons férricos

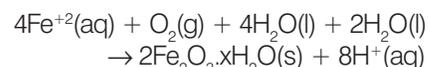


Figura 3: Palha de aço, prego, moeda, arame, corrente, cliques, arruelas e solução de vinagre.

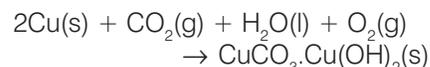
etapas subsequentes das reações. Os elétrons produzidos em ambas as etapas de oxidação são usados para reduzir o oxigênio, como expressa a seguinte equação:



Os íons férricos combinam-se com oxigênio para formar óxido de ferro(III). Em seguida, o óxido é hidratado com várias moléculas de água. A reação completa é:



Ainda nas mesmas figuras, observa-se que a oxidação de objetos de cobre, principalmente quando em meio aquoso com ácido acético e em contato com o ar, leva à produção de azinhavre, que é um material verde de hidroxicarbonato de cobre(II) (Schumann, 1995):



Segundo a fila de reatividade dos metais, o alumínio, em razão do seu baixo potencial de redução ( $E^{\circ}_{\text{red}} = -1,66 \text{ V}$ ) frente ao potencial do ferro ( $E^{\circ}_{\text{red}} = -0,44 \text{ V}$ ), reage muito mais facilmente com o oxigênio do que o ferro. Isto, de fato, ocorre quando se verifica que um pedaço de alumínio recém-cortado rapida-

Esquema 1: Montagem das telas para o experimento de oxidação.



1. Coloca-se a tela de 15 cm x 20 cm dentro de um recipiente plástico. Observação: a tela não deve conter impermeabilizante.



2. Os metais são dispostos sobre a tela, de acordo com a criatividade do aluno.

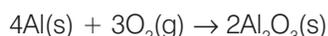


3. A solução de vinagre é vertida lentamente sobre os metais e a tela é deixada em repouso por um período de três dias. Em seguida, os metais são retirados e a tela é mantida à temperatura ambiente, por um período de dois dias, para secagem.



Figura 4: Lima, abridor, tampas de garrafas, argolas de alumínio, prego, chaves de bicicleta, brinco, cliques, moedas, fichas de telefone, fios de cobre e solução de vinagre.

mente adquire uma camada de óxido de alumínio; entretanto, essa camada de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  adere fortemente à superfície do alumínio, impedindo a corrosão subsequente (Masterton *et al.*, 1990). Portanto, esta é a razão de o alumínio não deixar cores na tela.



Na Figura 5 são apresentados os



Figura 5: A- Palha de aço, prego, corrente, chave, gancho de cabide, trinco, clipe, arruela e solução de permanganato de potássio. B- Ralo de banheiro, cliques, pregos, buchas e solução de permanganato de potássio.

resultados dos experimentos utilizando-se a solução de permanganato de potássio. Em soluções neutras ou alcalinas, o permanganato é reduzido a dióxido de manganês ( $\text{MnO}_2$ ), resultando no fundo “marrom escuro” observado nas telas. Os objetos de aço inoxidável não oxidam facilmente, deixando apenas a marca do seu formato na tela. A resistência dos objetos de aço inoxidável à corrosão deve-se à adição de pelo menos 4% de cromo ao aço (Grupo Peqs, 2000). O cromo presente no aço combina-se com o oxigênio da atmosfera para formar uma fina e invisível camada de óxido de cromo, o que diminui a reatividade do metal e, portanto, dificulta a formação de ferrugem.

Metais como ouro e platina estão entre os poucos capazes de manter “indefinidamente” seu aspecto brilhante quando expostos ao ar. Metais com essas características dificilmente são oxidados, devido às suas baixas reatividades [ $E^0_{\text{red}}(\text{Au}) = 1,69 \text{ V}$ ;  $E^0_{\text{red}}(\text{Pt}) = 1,18 \text{ V}$ ], o que explica suas resistências à corrosão.

### Questões propostas

1. Procure justificar por que é comum a utilização de janelas de alumínio ou de madeira nas construções.
2. Cite exemplos de oxirredução que você observa no seu cotidiano.



3. Por que as jóias são confeccionadas com ouro, prata ou platina?

4. “O alumínio, por ser menos nobre do que o ferro, tem sua oxidação mais rápida.” Esta frase parece contradizer situações que vivenciamos diariamente em relação ao uso do alumínio. Se o alumínio oxida mais rápido, explique por que motivo usa-se normalmente painéis de alumínio em vez das de ferro.

**Maria Helena Cunha Palma** (mhpalma@terra.com.br), licenciada em Química pela USP de Ribeirão Preto, é professora de Química do Ensino Médio e atua na rede pública e privada na região de São José do Rio Preto - SP. **Vera Aparecida de Oliveira Tiera** (verapoli@qca.ibilce.unesp.br), bacharel e licenciada em Química pelo Instituto de Física e Química de São Carlos - USP, mestre pelo Instituto de Física e Química de São Carlos - USP e doutora pelo Instituto de Química de São Carlos - USP, é docente do Departamento de Química e Ciências Ambientais do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da UNESP, em São José do Rio Preto.

### Referências bibliográficas

- GENTIL, V. *Corrosão*. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1987.
- GRUPO PEQS. *Química na sociedade*. Brasília: Universidade de Brasília, 2000.
- MASTERTON, W.L.; SLOWINSKI, E.J. e STANITSKI, L.C. *Princípios de Química*. Trad. J.S. Peixoto. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1990.
- SCHUMANN, W. *Gemas do mundo*. 8ª ed. Trad. R.R. Franco e M. Del Rey. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1995.

### Para saber mais

- BROWN, T.L.; LEMAY, H.E. e BURSTEN, B.E. *Química: ciência central*. Trad. H. Macedo. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1999.
- DE MARI, J. Automóveis. *VEJA*, n. 1619, p. 72-73, 1999.
- PERUZZO, T.M e CANTO, E.L. *Química: na abordagem do cotidiano*. São Paulo: Moderna, 2000.
- VEJA NA SALA DE AULA. Guia do Professor, ano 2, n. 34, edição 1619, 1999.

**Abstract:** *Oxidation of Metals* - This article describes a simple experiment carried out with easily acquired materials and used to illustrate the phenomenon of oxidation of metals. The experiment allows the assimilation of the oxidation contents by means of the creation of pictures. The pictures allow the discussion of reactivity as well as of the concepts of oxidation-reduction of iron, copper and other metals. This methodology was employed in a public high school to conceptualize the theme electrochemistry, having greatly aroused students' interest and attention, leading to enriching discussions about the theme.

**Keywords:** oxidation of metals, copper, iron