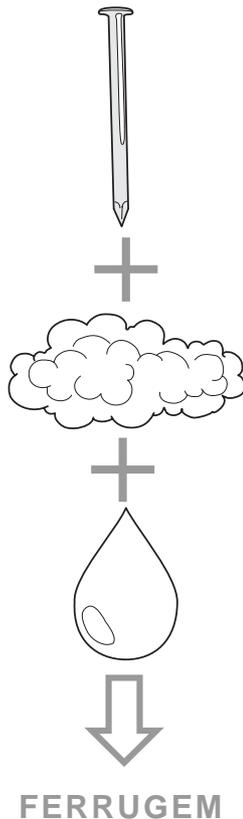


# A volta do ferro à natureza



- Ferrugem
- Ferrugem é útil na reciclagem do ferro
- Enferrujamento aumenta o peso do ferro
- É possível prever o peso da ferrugem
- As condições que facilitam a formação da ferrugem
- A ferrugem é a volta do ferro à natureza

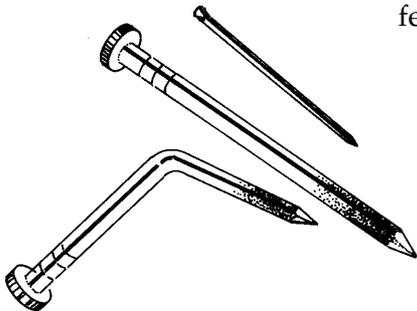
- O que é o aço
- Que existem diferentes tipos de aço
- Composição do ar atmosférico
- Como o ferro é extraído do minério
- O que é óxido de ferro

O que você vai aprender

Seria bom já saber

Isto lhe interessa

Veja os materiais de ferro que existem ao nosso redor. Observe quanta ferrugem, repare como o prego, que é feito de ferro, vai se corroendo. Mesmo o aço, que é preparado dissolvendo-se carbono no ferro, enferruja. O único

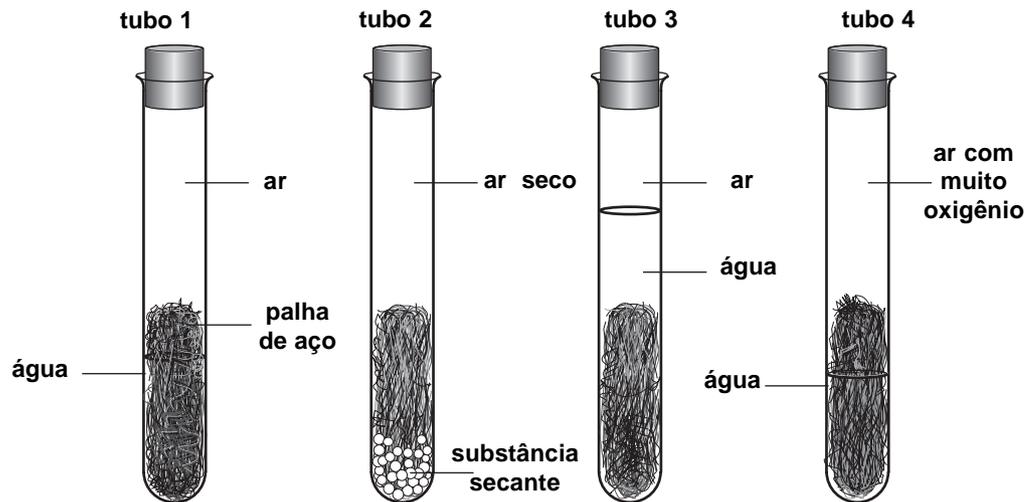


áço que é difícil de ser corroído é o aço inoxidável, que é preparado misturando-se carbono, níquel e cômio ao ferro. Como o aço inoxidável

praticamente não enferruja, os objetos feitos com esse material duram mais. Dificilmente aparecem peças de aço inoxidável num depósito de sucatas.

O aço que se encontra no depósito enferruja com muita facilidade. Principalmente o aço que está na forma de cavacos. Se você for a um depósito de ferro velho, vai observar que a montanha de cavacos está mais enferrujada na parte de cima e que a parte de dentro está menos enferrujada.

Para ver como o oxigênio e a umidade provocam a ferrugem, fizemos a seguinte experiência:



Depois de deixar um tempo, observou-se que a palha de aço do quarto tubo estava mais enferrujada.

### Exercício 1

Por que os cavacos do depósito que ficam na parte de cima enferrujam mais?

Quando você larga alguma coisa de ferro na chuva ela enferruja rapidamente. É o mesmo fenômeno que acontece com os cavacos.

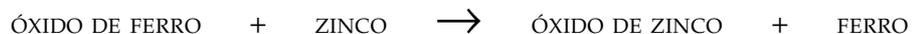
### Exercício 2

O ferro só enferruja se entrar em contato com o ar e com a água. Qual é a maneira mais simples e fácil de proteger o ferro da ferrugem?

O ferro que fica exposto ao ar e à umidade nos depósitos é vendido para as siderúrgicas. O aço que chega nas siderúrgicas é de vários tipos, porque é uma mistura muito variada. Nesses aços, no ferro estão dissolvidos muitos outros metais, como o alumínio, o zinco, o cromo, o magnésio etc. Esses metais precisam ser separados, para que o aço seja reciclado.

Uma maneira fácil de separar esses metais é aproveitar o fato de eles se ligarem mais facilmente ao oxigênio que ao ferro.

Quando se funde a sucata, o oxigênio que está ligado ao óxido de ferro é mais atraído por esses outros metais. Esses metais, em contato com o óxido de ferro, tiram o oxigênio do óxido de ferro, se transformam no óxido e deixam o ferro livre na forma de metal. O zinco é um exemplo de metal que tem maior atração pelo oxigênio que o ferro.



Os óxidos que se formam não se dissolvem no ferro líquido. Além disso, têm densidade menor que o ferro e por isso ficam boiando. Isso facilita a separação desses óxidos.

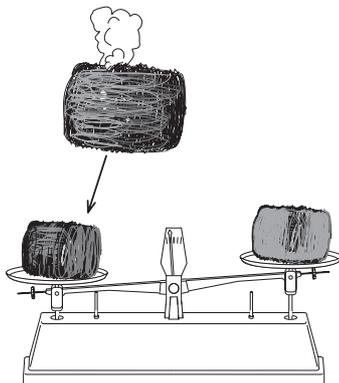
Transformações como essas acontecem com os outros metais: alumínio, magnésio, titânio etc.

### Exercício 3

Escreva para cada um desses metais o que acontece quando em contato com o óxido de ferro no forno.

Portanto, sucatas enferrujadas não causam problemas para a siderúrgica que compra. E, para o sucateiro que vende, tem algum problema?

Pense na seguinte experiência para responder a essa pergunta.



Foram pesados vários pedaços de palha de aço. As palhas foram transformadas em óxido de ferro, queimando. Obtiveram-se as seguintes massas:

ANTES DE QUEIMAR	DEPOIS DE QUEIMAR
MASSA DA PALHA DE AÇO	MASSA DO ÓXIDO DE FERRO
1,0 g	1,4 g
2,0 g	2,8 g
3,0 g	4,3 g

### Exercício 4

Qual vai ser o peso do óxido de ferro, se queimarmos 10 g de palha de aço?

O ferro metálico é formado de partículas de ferro. No óxido de ferro, as partículas de ferro estão ligadas ao oxigênio. Isso aumenta a massa dele.

Agora vamos pensar no sucateiro.

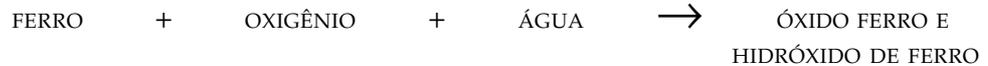
### Exercício 5

O caminhão de um depósito de sucatas carrega 5.000 kg de sucata de aço. Pela análise, sabe-se que 20% do aço está enferrujado. Qual é o peso de carga inútil que o caminhão está carregando?

Fazendo o cálculo, dá para saber que cada caminhão com 5.000 kg de aço está carregando 300kg de massa inútil. Isso quer dizer que eles estão carregando 300 kg de oxigênio.

A ferrugem, que é o sólido marrom-avermelhado que estamos acostumados a ver, é uma mistura muito variada. A ferrugem se forma quando o ferro entra em contato com a água e com o ar. Se no ar tiver muita umidade, o tipo de ferrugem que aparece é diferente. Mas, qualquer tipo de ferrugem é prejudicial porque enfraquece o metal.

Normalmente, nós consideramos a ferrugem como sendo óxido de ferro misturado com um outro composto que se forma quando se molha o ferro. Esse composto se chama hidróxido de ferro.

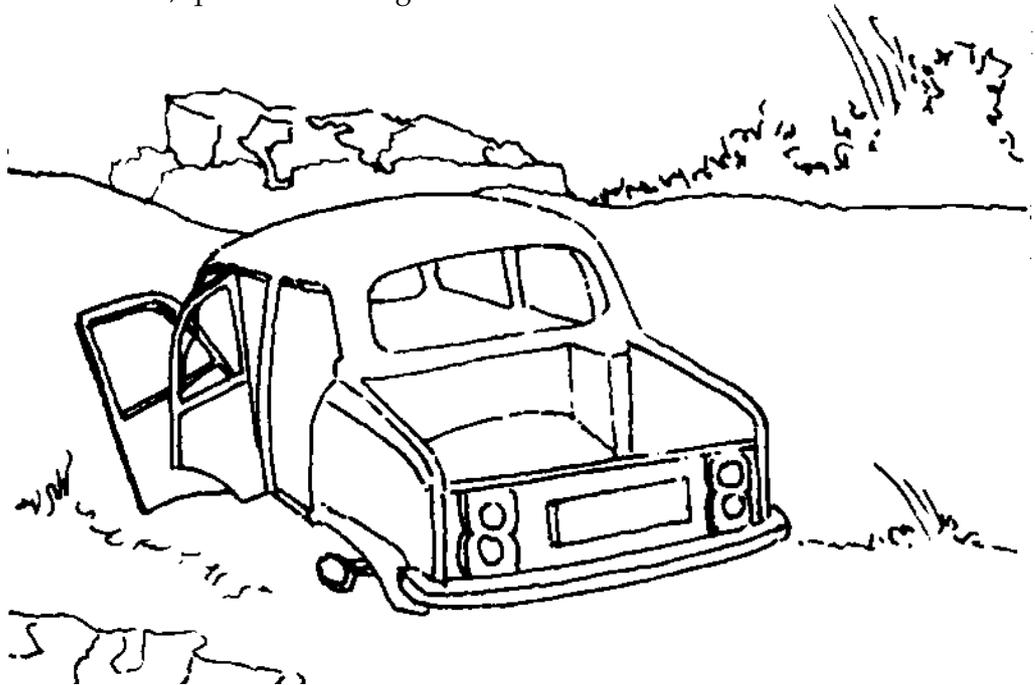


Agora você deve ter percebido que o ferro quando está enferrujado, pesa mais que o ferro limpo. Na ferrugem, as partículas de ferro estão ligadas ao oxigênio e também à água.

Aprendemos que o ferro enferruja se entrar em contato com a água e com o ar. Uma maneira fácil de proteger o ferro do enferrujamento é pintar ou lambuzá-lo com óleo, para que o ar e a umidade não entrem em contato com ele.

Quando o ferro enferruja, aumenta de peso porque forma-se o óxido de ferro junto com o hidróxido de ferro. A massa de óxido de ferro que se forma é fixa para uma determinada massa de ferro. A massa de hidróxido também é fixa. O que pode acontecer é formar mais hidróxido ou mais óxido. A proporção vai depender da umidade do ar.

O ferro metálico é extraído de um minério que é praticamente igual à ferrugem. Para transformar o minério no ferro, nós precisamos aquecê-lo a mais de 1.000°C. Mas a transformação do ferro em ferrugem acontece espontaneamente. Se nós largarmos o ferro num ambiente natural, ele volta à sua forma mais estável, que é a de ferrugem.



- A **ferrugem** é causada pelo ar e pela umidade.
- Ferrugem é uma mistura de **óxido de ferro** e de **hidróxido de ferro**.
- A ferrugem é uma substância mais estável que o ferro metálico.
- O ferro se transforma espontaneamente na ferrugem.
- O ferro na presença do ar seco não enferruja.
- O ferro totalmente mergulhado na água enferruja mais lentamente.
- O ferro em contato com água e ar rico em oxigênio enferruja mais facilmente.
- As massas de oxigênio e de ferro que se ligam são fixas.
- O tipo de ferrugem depende da umidade do ar.
- **Hidróxido de ferro** forma-se quando ferro se liga a água.
- **Pintar** ou **engraxar** uma peça de ferro evita que ela enferruje, porque a tinta e a graxa não deixam o oxigênio e a água chegar até o ferro.



Existem dois **óxidos de ferro**. Um é a **hematita**, que tem mais oxigênio que o outro óxido de ferro. A proporção entre oxigênio e ferro é sempre a mesma em cada um dos óxidos, tanto faz se a gente pega um pouquinho do óxido ou muito. Na hematita, temos 0,43 g de oxigênio ligado a um grama de ferro. O outro óxido tem 0,29 g de oxigênio ligado a um grama de ferro.

Em cada óxido, a proporção entre a massa de oxigênio e a massa de ferro é sempre a mesma. Na hematita, se 1,0 g de ferro se liga a 0,43 g de oxigênio, 2,0 g de ferro vão se ligar a  $2 \cdot 0,43 \text{ g} = 0,86 \text{ g}$  de oxigênio, e assim por diante. No outro óxido de ferro, 1,0 g de ferro se liga a 0,29 g de oxigênio. Então, 2,0 g de ferro vão se ligar a  $2 \cdot 0,29 \text{ g} = 0,58 \text{ g}$  de oxigênio, e assim por diante.

A soma da massa de ferro e da massa de oxigênio dá a massa do óxido de ferro. No óxido de ferro, como 1,0 g de oxigênio se liga a 0,29 g de oxigênio, 1,0 g de ferro vai formar  $1,00 \text{ g} + 0,29 \text{ g} = 1,29 \text{ g}$  de óxido de ferro. Você pode ver quanto óxido de ferro se forma na tabela da seção **Isto lhe interessa**.

Até a Aula 21, consideramos a ferrugem como sendo óxido de ferro. Na realidade, a ferrugem é uma mistura de óxido de ferro e hidróxido de ferro. Para se formar o hidróxido de ferro, precisa-se de água.

Vamos  
pensar mais

Você viu isso na experiência da palha de aço nos quatro tubos. No tubo em que não havia água, a palha de aço não enferrujou. No tubo com água sem oxigênio dissolvido, a palha de aço enferrujou menos do que no tubo com água e oxigênio dissolvido.

Desta experiência você pode concluir que água e oxigênio são necessários para o ferro enferrujar.

A ferrugem é realmente uma substância complicada. Você já deve ter percebido que às vezes a ferrugem tem uma cor; outras vezes, a cor é diferente. Uma peça de ferro deixada na chuva forma uma ferrugem marrom-clara. Uma estaca de ferro fincada na terra forma uma ferrugem mais escura na parte em que ela está dentro da terra. Na terra chega menos oxigênio. Então, ali, forma-se um óxido diferente daquele que se forma numa peça deixada ao ar livre.

Para impedir que o ferro enferruje, basta não deixar água e oxigênio chegarem até ele. Pode-se fazer isto cobrindo o ferro com uma camada de alguma coisa que não deixa passar água e oxigênio. Você pinta uma grade de ferro e engraxa suas ferramentas porque a tinta e a graxa não deixam passar água e oxigênio. Assim, a grade e as ferramentas não enferrujam.

Na Aula 23 você vai ver outras maneiras de proteger o ferro.



### Agora eu sei

- O que é ferrugem.
- Quando os objetos de ferro enferrujam.
- Que o ferro não enferruja só com o ar.
- O que causa a ferrugem.
- Que no óxido de ferro a proporção entre o oxigênio e o ferro é sempre a mesma.
- Quando se forma hidróxido de ferro.
- Que o ar rico em oxigênio prejudica o ferro.
- Por que pintar e engraxar o ferro protegem-no.
- Que a ferrugem se forma espontaneamente.
- Calcular a quantidade de ferrugem que se forma.



### Exercício 6

Classifique cada uma das afirmações a seguir como verdadeira (V) ou falsa (F):

- a) ( ) Um objeto de aço enferruja mais rapidamente na parte de fora que na parte interna.
- b) ( ) A ferrugem não se forma na ausência de água.
- c) ( ) É muito comum encontrarmos, peças de aço inoxidável nos depósitos de sucata.
- d) ( ) Para um objeto de aço enferrujar, basta entrar em contato com o oxigênio.
- e) ( ) Na reciclagem do aço, costuma-se colocar um pouco de óxido de ferro.
- f) ( ) O ferro enferrujado é mais leve que o ferro limpo.

### Exercício 7

O que é preciso para formar a ferrugem?

### Exercício 8

Você já deve ter observado que um prego enferruja mais na parte externa do que por dentro. Por que isso acontece?

### Exercício 9

Por que um objeto enferruja mais rapidamente se o tempo estiver chuvoso?

### Exercício 10

Para proteger uma peça de aço contra a ferrugem, costuma-se pintar a peça. Por que?

### Exercício 11

Por que, na reciclagem do aço, é preciso colocar um pouco de óxido de ferro?

### Exercício 12

Sabe-se que:



- a) Siga o modelo acima e escreva as transformações do óxido de ferro com cada um dos seguintes metais: cromo, magnésio, alumínio e titânio.
- b) Em cada um dos óxidos, as partículas do metal estão ligadas a quais partículas?

c) Preencha o quadro a seguir conforme se pede:

NOME DO METAL	NOME DO COMPOSTO + OXIGÊNIO
ferro	.....
zinco	.....
crômio	.....
magnésio	.....
alumínio	.....
titânio	.....

### Exercício 13

Na tabela a seguir são dados os valores das densidades e dos pontos de fusão para o ferro metálico e para os óxidos de alguns metais que podem estar presentes na sucata.

SUBSTÂNCIA	DENSIDADE (g/cm <sup>3</sup> )	PONTO DE FUSÃO (°C)
ferro	7,86	1.535
óxido de zinco	5,61	1.975
óxido de crômio	5,21	2.435
óxido de magnésio	3,58	2.800
óxido de alumínio	3,97	2.040
óxido de titânio	4,17	1.825

Analise os dados acima e responda:

- Quando o aço é fundido, ou seja, vira líquido, os óxidos que se formam também fundem? Por quê?
- Por que os óxidos ficam boiando no aço derretido?

### Exercício 14

O que acontece com o ferro quando se queima a palha de aço?

### Exercício 15

O que é a ferrugem?

### Exercício 16

Quais são os nomes dos compostos que compõem a ferrugem?

### Exercício 17

Complete:

ferro + oxigênio →

ferro + oxigênio + água →

### Exercício 18

Por que, quando o ferro enferruja, aumenta a massa dele?