

O cobre foi o primeiro metal usado pelo homem. Os livros de História nos ensinam que 4.000 anos antes de Cristo, o homem já fazia suas primeiras experiências com esse metal.

Para citar apenas um livro que todos conhecem, pelo menos de ouvir falar, a Bíblia já menciona o cobre. Você não acredita? Então, vamos mostrar o trecho para você. Ele se refere à descrição que Deus faz da Terra Prometida, quando fala de todas as coisas boas que essa terra poderá dar: a água, os cereais, as frutas. E em certo momento, Ele diz: "... terra onde vais comer o pão sem escassez - nela, nada te faltará! Terra cujas pedras são de ferro e de cujas montanhas extrairás o cobre." (Deuteronômio 8, 9)

Até mesmo esse livro, tão importante e sagrado para tantas pessoas, coloca os metais em lugar de destaque. Veja que, ao lado do pão, essencial à nossa sobrevivência, estão o ferro e o cobre. Você pode imaginar por quê?

Bem, naquele tempo, como hoje, não bastava dominar a tecnologia do material, ou seja, saber como obtê-lo e transformá-lo em armas, objetos e ferramentas. Era muito importante possuir as reservas minerais que fornecessem a matéria-prima para a obtenção do material. Dominar um território que possuísse esse tipo de riqueza era, pois, ter poder. Dizem até que as famosas minas do Rei Salomão, um importante e poderoso rei também citado na Bíblia, eram minas de ... cobre!

Com essas histórias que acabamos de contar, provavelmente você deve estar muito curioso para saber mais sobre o cobre. Fique ligado, então, porque esse é o assunto da nossa aula.

Propriedades do cobre e algumas aplicações

Por que será que o cobre foi o primeiro metal que o homem utilizou? Provavelmente as cores do minério devem ter sido o detalhe que chamou a atenção dos nossos antepassados pré-históricos.

Acostumados a trabalhar com a pedra para fazer seus instrumentos, eles devem ter imaginado que aquilo também era uma pedra, só que mais bonita. E começaram a bater nela com suas ferramentas. Nesse momento, descobriram que havia alguma coisa de diferente na “pedra”. Perceberam, por exemplo, que aquilo era mais mole e muito mais fácil de trabalhar que as pedras que conheciam. Viram também que não lascava e que, quanto mais batiam na “pedra”, mais dura ela ficava.

Inicialmente, por causa da cor e da possibilidade de trabalhar o metal a frio, o homem deve ter usado o cobre principalmente para fazer objetos de adorno: brincos, colares, pulseiras. Depois, percebendo as enormes possibilidades do material, passou a fabricar outros tipos de objetos: vasilhas, taças, armas e ferramentas. No antigo Egito, por exemplo, cunhas e serras feitas de cobre foram usadas na construção das pirâmides.

Mas, afinal, o que é o cobre? O cobre é um metal não-ferroso e não magnético que se funde a 1.080°C e, depois da prata, é o melhor condutor de eletricidade e calor. É um metal dúctil e maleável que pode ser laminado a frio ou a quente. Ao ser laminado a frio, estirado ou estampado, ele adquire um endurecimento superficial que aumenta sua resistência, porém diminui sua maleabilidade. Isso o torna mais frágil, o que é corrigido com o tratamento térmico.

Em contato com o ar seco e em temperatura ambiente, o cobre não sofre alterações, isto é, não se oxida. Em contato com o ar úmido, no entanto, ele se recobre de uma camada esverdeada

popularmente conhecida por azinhavre, ou “zinabre” (carbonato básico de cobre).

O azinhavre impede a oxidação do cobre, mas é prejudicial à saúde. Por isso, recomenda-se lavar as mãos sempre que se manusear peças de cobre.

O cobre é um metal relativamente escasso. Há somente 0,007% de cobre na crosta terrestre e, como vem sendo usado há milhares de anos, seu custo é alto em relação a outros metais mais abundantes. Por isso, para muitas aplicações o cobre vem sendo substituído pelo alumínio.

Por suas características, o cobre é usado nas seguintes aplicações: componentes de radar, enrolamento de rotores para geradores e motores, trilhas de circuitos impressos, caldeiras, tachos, alambiques, tanques, câmaras de esterilização, permutadores de calor, radiadores e juntas para indústria automotiva, peças para aparelhos de ar condicionado e refrigeradores, condutores para gás e águas pluviais etc.

O cobre também pode ser usado como elemento de liga, geralmente adicionado para aumentar a resistência à corrosão. É o caso, por exemplo, do aço ao carbono: adiciona-se cobre ao aço quando se deseja melhorar sua resistência à corrosão. Em relação ao alumínio, a adição de cobre confere a essa liga maior resistência mecânica.

Fique por dentro

O Brasil tem jazidas de cobre no Rio Grande do Sul, São Paulo, Goiás e Bahia. No entanto, os maiores produtores mundiais são: Chile (América do Sul), Zâmbia (África) e Estados Unidos (América do Norte).

Para parar e estudar

Vamos parar um pouco para que você possa estudar esta parte da aula. Para ajudá-lo nessa tarefa, temos alguns exercícios a

seguir. Leia tudo de novo desde o começo, prestando bastante atenção. Depois faça os exercícios.

Exercícios

1. Responda às seguintes perguntas:
 - a) Escreva com suas palavras, pelo menos quatro características do cobre.
 - b) Esta primeira parte da aula cita três processos de conformação para trabalhar o cobre. Quais são eles?
 - c) Qual é a característica do cobre que o torna ideal para ser utilizado como elemento de liga com o alumínio?
 - d) Cite três produtos em que se usa cobre para sua fabricação.

2. Escreva **V** ou **F** conforme as frases abaixo sejam verdadeiras ou falsas.
 - a) () O cobre é um metal não ferroso;
 - b) () Por não ser magnético, o cobre é um bom condutor de calor e de eletricidade;
 - c) () O cobre tem sua resistência diminuída e sua maleabilidade aumentada ao ser laminado, estirado ou estampado;
 - d) () O cobre é adicionado como elemento de liga ao aço quando se pretende melhorar sua resistência à corrosão;
 - e) () O cobre se oxida em temperatura ambiente, quando em contato com o ar seco;
 - f) () O azinhavre impede que o cobre continue a se oxidar, mas é prejudicial à saúde.

3. Assinale com um **X** a alternativa que completa corretamente a seguinte afirmação: “Uma das qualidades que torna o cobre o material mais adequado para a fabricação de cabos e condutores elétricos é...”
 - a) () sua baixa resistência à tração;
 - b) () sua baixa condutividade e alta ductilidade;
 - c) () sua ductilidade e ótima condutividade elétrica;
 - d) () sua alta resistência à tração e baixa condutividade.

Obtenção do cobre

Como você viu até aqui, o cobre oferece muitas vantagens para sua utilização. Mas, como sempre, nessa história toda, existe um problema. O cobre, na forma livre, é encontrado somente em pequenas quantidades na natureza. A maior parte está escondida sob a forma de combinação com outros minerais. E os minérios que permitem a exploração econômica do cobre são a **calcopirita** que é uma mistura de cobre, ferro e enxofre ($\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Fe}_2\text{S}_3$), e a **calcosita**, composta de cobre e enxofre (Cu_2S).

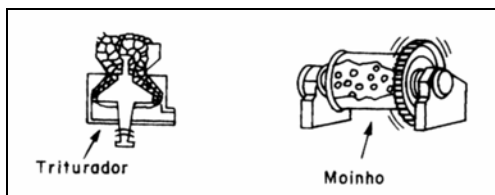
Dica tecnológica

A **calcopirita** e a **calcosita** - os dois minérios mais importantes para a obtenção econômica do cobre - têm enxofre em sua composição. Por causa disso, eles são chamados de minérios sulfurosos. E, por serem sulfurosos, não se “molham” quando são colocados em água com produtos químicos.

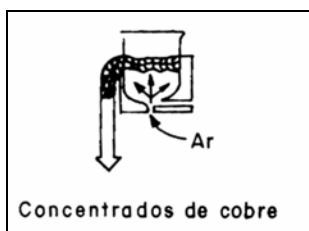
Por estar “escondido” dentro do minério, combinado com outros elementos, para que se obtenha o metal, os minérios devem passar por um processo que provoca muitas reações químicas e é composto de várias etapas:

1. Trituração e moagem;
2. Flotação ou concentração;
3. Decantação e filtração;
4. Obtenção do mate;
5. Obtenção do cobre blíster;
6. Refino.

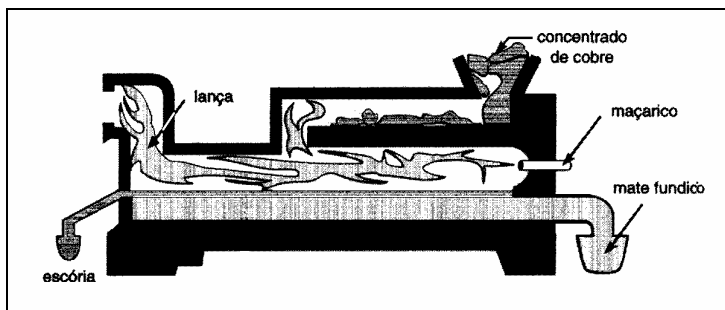
Na etapa de trituração e moagem, o minério passa por um triturador e depois por um moinho de bolas no qual é moído até que os pedacinhos atinjam um tamanho entre 0,05 e 0,5 mm.



Em seguida, o minério moído é colocado em uma máquina cheia de água misturada a produtos químicos. Na base dessa máquina existe uma entrada por onde o ar é soprado. As partículas que não contêm cobre são encharcadas pela solução de água e produtos químicos, formam um lodo, chamado ganga, e vão para o fundo do tanque. Como o minério sulfuroso flutua, porque não se mistura na água, o sulfeto de cobre e o sulfeto de ferro fixam-se nas bolhas de ar sopradas, formando uma espuma concentrada na superfície do tanque, a qual é recolhida e desidratada. Essa etapa chama-se **flotação** ou concentração.



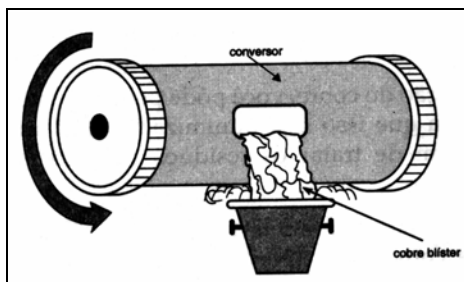
A terceira etapa é a **decantação e filtragem**, quando se obtém um concentrado com 15 a 30% de cobre.



Na quarta etapa, o concentrado é levado juntamente com fundentes a um forno de chama direta, chamado de revérbero. Grande parte do enxofre e de impurezas como o arsênio e o antimônio, que estão dentro do concentrado, são eliminados. Os sulfetos de ferro e cobre são transformados em óxidos. O material que sai dessa etapa apresenta entre 35 e 55% de concentração de cobre e é chamado de mate.

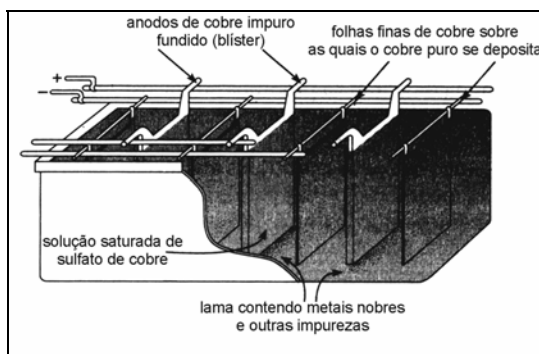
Para retirar o enxofre e o ferro do mate, este é levado aos conversores para a oxidação. No conversor, o ferro se oxida e se une à sílica para ser transformado em escória, que é eliminada. Depois, o enxofre que sobrou também é eliminado sob a forma de

gás. O cobre bruto obtido nessa etapa recebe o nome de **blíster**, e apresenta uma pureza entre 98% e 99,5% de cobre, com impurezas como antimônio, bismuto, chumbo, níquel etc., e também metais nobres, como ouro e prata.



A refinação do blíster é a última etapa do processo de obtenção do cobre. Essa refinação pode ser térmica ou eletrolítica. Na refinação térmica, o blíster é fundido e parte das impurezas restantes é eliminada. O cobre purificado, assim obtido, contém um nível de pureza de 99,9%, sendo o mais utilizado comercialmente. Com ele fundem-se lingotes que serão transformados em chapas, tarugos, barras, fios, tubos etc.

A refinação eletrolítica é feita por eletrólise. Pela passagem de uma corrente elétrica por uma solução saturada de sulfato de cobre com 15% de ácido sulfúrico, o anodo feito de cobre impuro é decomposto. O cobre puro é depositado nos cátodos feitos de folhas finas de cobre puro.



Dica tecnológica

O anodo usado na refinação eletrolítica é fabricado com cobre blíster.

As impurezas depositam-se no fundo do tanque, formando a lama ou barro anódico. Essa lama contém metais nobres como o ouro e a prata, que são recuperados por meio de outros processos de separação. A recuperação desses metais é, por si só, suficiente para pagar o custo da obtenção do cobre eletrolítico cujo grau de

pureza é de 99,99%. Esse material é usado na indústria eletroeletrônica e na fabricação de ligas especiais.

Dica tecnológica

O cobre é totalmente reciclável. O aproveitamento da sucata desse metal permite uma grande economia de matéria-prima.

Existem também as ligas em que o cobre é o elemento dominante. É o caso do bronze e do latão. Mas, isso é uma outra história que fica para a próxima aula.

Produção de cobre e ambiente

Pela descrição do processo de obtenção do cobre, você pôde perceber que se trata de um processo poluidor. Para que isso seja minimizado, existem medidas que devem ser tomadas a fim de tratar os resíduos poluidores resultantes desse processo.

Assim, sistemas de filtros devem ser usados para coletar o pó gerado pelos gases dos calcinadores, fundidores e conversores. Nessa operação, tem-se como resultado não só a proteção ambiental mas também o ganho econômico, com a recuperação de metais preciosos existentes nessa poeira.

Essas partículas de poeira devem ser pelletizadas, isto é, transformadas em grãos maiores antes de serem recicladas. O dióxido de enxofre dos gases é convertido em ácido sulfúrico. As escórias podem ser processadas e transformadas em produtos comercializáveis. As soluções poluidoras são recicladas ou neutralizadas, tornando-se inofensivas ao ambiente.

O desenvolvimento tecnológico permite que essas medidas sejam tomadas e, a médio e longo prazos, traz o retorno do investimento feito na instalação dos filtros e estações de tratamento, uma vez que a empresa passa a transformar os elementos poluidores em subprodutos que podem ser comercializados. Além disso, a consciência da importância do meio ambiente para uma melhor

qualidade de vida deve estar sempre presente em nossas mentes. Pense nisso!

Para parar e estudar

Agora, você vai reler e estudar cuidadosamente esta segunda parte da aula e fazer os exercícios a seguir.

Exercícios

4. Assinale com um **X** a alternativa que completa corretamente a seguinte afirmação: “Os minérios que permitem a exploração econômica do cobre são:
- a) () magnetita e perlita;
 - b) () hematita e ferrita;
 - c) () calcopirita e calcosita;
 - d) () hematita e perlita.
5. Registre os números da coluna B nos espaços próprios da coluna A, fazendo corresponder as etapas do processo com sua denominação correta.

Coluna A

- a) () Trituração e moagem.
- b) () Flotação ou concentração.
- c) () Decantação e filtração.
- d) () Obtenção do mate.
- e) () Obtenção do cobre blíster.
- f) () Refino.

Coluna B

- 1. Nessa etapa obtém-se um concentrado com 15 a 30% de cobre.
- 2. Etapa na qual, com a flutuação do minério, forma-se uma espuma concentrada rica em cobre na superfície da solução de água e produtos químicos.
- 3. Etapa em que as impurezas restantes são eliminadas pela refinação térmica ou eletrolítica.
- 4. Nessa etapa, o concentrado de cobre é levado juntamente com fundentes a um forno de revérbero, onde se obtém um sulfeto de cobre e de ferro que contém 35 a 55% de cobre.
- 5. Etapa em que o minério é moído até que os pedacinhos atinjam um tamanho entre 0,05 e 0,5 mm.
- 6. Nessa etapa, o mate é colocado em conversores

para a retirada do ferro e do enxofre.

6. Localize, no processo de obtenção do cobre, quais as etapas que, na sua opinião, são mais agressoras ao ambiente. Escreva o nome delas e explique por que você as escolheu.

Gabarito

1. a) São várias as características que o cobre apresenta. Dentre elas, podemos citar que é um excelente condutor de eletricidade e calor, é um metal não-ferroso e não-magnético, pode ser laminado a frio ou a quente e ainda pode ser utilizado como elemento de liga.
- b) Laminado, estampado ou estirado.
- c) A adição do cobre, como liga com o alumínio confere a essa liga maior resistência mecânica.
- d) Enrolamento de motores, condutores de gás, caldeiras, radiadores etc.

2. a) V d) V
b) V e) F
c) F f) V
3. c
4. c
5. a) 5 d) 4
b) 2 e) 6
c) 1 f) 3
6. • Mineração porque retira a camada de vegetação que protege o solo.
• Calcinação, fundição, conversão - porque geram gases poluidores.
• Flotação, decantação e filtragem - produzem lama e água com produtos químicos.