

## Minério

Fernando Noronha

ICT/CGUP/ Universidade do Porto

fmnoronh@fc.up.pt

### CITAÇÃO

Noronha, F (2017)  
Minério,  
*Rev. Ciência Elem.*, V5(02):018.  
[doi.org/10.24927/rce2017.018](https://doi.org/10.24927/rce2017.018)

### EDITOR

José Ferreira Gomes,  
Universidade do Porto

### RECEBIDO EM

15 de maio de 2017

### ACEITE EM

23 de maio de 2017

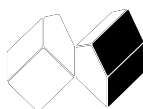
### PUBLICADO EM

30 de junho de 2017

### COPYRIGHT

© Casa das Ciências 2017.  
Este artigo é de acesso livre,  
distribuído sob licença Creative  
Commons com a designação  
[CC-BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), que permite  
a utilização e a partilha para fins  
não comerciais, desde que citado  
o autor e a fonte original do artigo.

[rce.casadasciencias.org](http://rce.casadasciencias.org)



**Termo usado para referir um mineral, ou agregado de minerais, rico em determinado elemento químico útil, cuja recuperação seja económica e tecnologicamente viável.**

Desde a idade da pedra que o homem utiliza minerais. A seguir à idade da pedra vieram a do bronze e a do ferro. Isto é, desde o início da Humanidade que os minerais são procurados pela sua utilidade, nomeadamente para o fabrico de melhores ferramentas. Nos nossos dias, as propriedades únicas de muitos metais nomeadamente o ferro (Fe), o cobre (Cu), do zinco (Zn), do estanho (Sn) e outros mais raros como o tungsténio (W), o nióbio (Nb) o tântalo (Ta) e os metais de terras raras (La, Nd,...) fazem com que sejam essenciais às sociedades modernas de alta tecnologia. A sociedade moderna está cada vez mais dependente de elementos extraídos da Terra. Nenhum país é autossuficiente em recursos minerais; TIC, mobilidade, energia, máquinas e infraestruturas não podem ser desenvolvidos, mantidos ou inovados sem o uso extensivo de uma vasta gama de metais.

E de onde são extraídos os metais? São extraídos de minerais. Um mineral é uma substância sólida, inorgânica, natural, com estrutura cristalina devida ao arranjo interno dos átomos e com uma composição química bem definida.

Metais úteis, como o Fe, Cu e Sn, são extraídos de minerais metalíferos ou minerais metálicos que os contêm em concentrações elevadas, como por exemplo a hematite ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), a calcopirite  $(\text{Cu,Fe})\text{S}_2$  e a cassiterite ( $\text{SnO}_2$ ). Elementos como o fósforo (P), o carbono (C), o enxofre (S) ou o fluor (F) são produzidos a partir de minerais não metálicos.

No entanto, enquanto que mineral é um conceito científico, o termo minério tem também uma conotação técnica e industrial, pois refere-se a um dado material natural que ocorre em determinada porção da crosta superior, que processos geológicos enriqueceram num ou vários minerais portadores de elemento(s) químico(s) úteis até um ponto que possibilita a exploração tecnológica pelo Homem em termos de viabilidade económica.

Nas formações rochosas da crosta terrestre, uma concentração anormal de substâncias minerais úteis, quando comparada com os valores médios das suas ocorrências na crosta, designa-se por depósito mineral.

Um depósito mineral resulta de um encadeamento feliz de vários processos geológicos diferenciadores que ocorrem, em geral, na crosta terrestre e que conduziram ao aumento da concentração do elemento útil (quantidade do elemento por unidade de peso, em geral grama/por tonelada ou ppm). Um depósito mineral de um dado elemento rep-

resenta, assim, uma concentração geoquímica anômala, em referência ao teor médio da crosta ou “clarke” que, por exemplo, para o ferro é 58000ppm (5,8%), 1ppm para o volfrâmio e 2ppb (0,002 ppm) para o ouro.



FIGURA 1. Filão do jazigo de volfrâmio da Panasqueira. Parte do filão em que pode ver-se quartzo (mineral branco), wolframite (mineral preto), moscovite (mineral prateado brilhante) e pirite (mineral amarelado). Só a wolframite é o mineral rico em W.

Porém, nem todos os depósitos minerais suportam uma exploração industrial. Quando as concentrações e as acumulações anormais de substâncias minerais úteis num dado depósito mineral permitem a explorabilidade económica os depósitos minerais passam a designar-se por jazigos minerais.

Só falamos em minério quando o valor de uma tonelada é maior que o custo de extração e tratamento dessa tonelada. O valor é fixado pelas cotações do mercado mundial e estas são fixadas, entre outros, pela “Lei da procura e da oferta” e pela raridade do minério (por exemplo um minério de ferro é menos raro que um minério de volfrâmio). O custo da tonelada é a resultante de uma sucessão de operações, que têm todas um custo que tem mais ou menos peso no custo final. Tem de considerar-se a pesquisa e o reconhecimento do depósito, a própria exploração mineira e o tratamento ou processamento do “tal e qual” para separar os minerais úteis da ganga. A exploração é menos cara se for realizada a céu aberto e não em mina subterrânea.

O minério à boca da mina, tecnicamente designado por “tal e qual”, tem de ter um teor, (quantidade do elemento a explorar por unidade de peso) mais enriquecido pela natureza, quanto mais raro for o elemento. Por exemplo, para que haja um jazigo de ferro é necessário que o teor do “tal e qual” seja 5 a 10x maior que o do “clarke” (fator de enriquecimento 5x a 10x), enquanto que para o volfrâmio é de 1300x e para o ouro cerca de 4000x. Por

outro lado, a explorabilidade económica de um determinado minério exige também que a dimensão do jazigo (em geral expressa em milhões de toneladas) seja tanto maior quanto menor for a concentração do metal.

O tempo de vida de muitos produtos feitos com metais é longo e em muitas aplicações os metais podem ser reciclados. Nestes casos, uma vez produzidos e descartados, os metais permanecem disponíveis para futuras gerações. Sociedades sustentáveis criarão mecanismos eficazes para a sua reciclagem reduzindo a crescente necessidade de os produzir a partir de minérios, ou seja, fontes primárias. Por exemplo o fornecimento de ferro e cobre reciclados desempenha e desempenharão um papel importante e crescente na conservação do fornecimento de minérios, reduzindo o consumo de energia e diminuindo o custo de eliminação de resíduos. Contudo, não é ainda fácil reciclar muitos dos metais e face ao estado atual dos conhecimentos não se pode esperar uma rápida melhoria na reciclagem de alguns metais. Os metais reciclados representam apenas cerca de um terço das necessidades atuais destes metais. A exploração mineira torna-se assim imprescindível dada a crescente procura de metais.

Porém, apesar de existir maior ou menor dificuldade na obtenção de minérios, há muitas pessoas que não fazem ideia do seu grande grau de dependência relativamente a eles, mas na realidade sem um fornecimento sustentado de minerais a nossa civilização não poderá sobreviver. Os recursos são limitados e têm uma distribuição desigual no Mundo. No caso concreto da União Europeia, a dependência média é de cerca de 75% atingindo os 100% para certos produtos.

## REFERÊNCIAS

- ALBARÈDE, F (2009). *Geochemistry, An introduction*. 2nd edition. Cambridge. Cambridge University Press.
- RIDLEY, J (2013), *Ore deposit geology*, 1st edition, New York, Cambridge University Press.