

SERÁ QUE É OURO?



Ouro em veio. Foto do Geol. Ulisses Costa

O OURO

A pergunta "**Será que é ouro?**" é uma das mais frequentes nos canais de comunicação do Serviço Geológico do Brasil - CPRM e, certamente, uma das mais escutadas pela maioria dos geólogos. Esse metal precioso, pela sua raridade, beleza e valor, desperta o interesse e o desejo das pessoas.

Afinal o que é o ouro?

O ouro é um elemento químico, com símbolo **Au** e número atômico 79, mas ele também é um mineral, da **Classe dos Elementos Nativos**.

A maioria dos elementos químicos ocorre na natureza combinado com outros, formando os minerais, como o ferro que aparece como o mineral pirita (FeS_2) quando ligado ao enxofre, ou como a hematita (FeO), se ligado ao oxigênio. Porém, na **Classe dos Elementos Nativos**, os minerais são compostos por arranjos de átomos de um único elemento químico, reunindo cerca de 20 elementos que ocorrem de forma livre na natureza, como minerais, ou seja, não estão combinados com nenhum outro elemento, como a prata, a platina, o cobre, o enxofre, o chumbo e o ouro.

O **ouro** é um dos metais mais desejados pelo homem e as referências ao metal existem em todas as civilizações antigas. Nos últimos 6.000 anos, é o metal mais minerado no mundo.

Por volta de 1.000 a.C. descobriu-se que o mercúrio aderiu ao ouro, no processo de amalgamação que ainda hoje é muito utilizada no tratamento de minérios auríferos, apesar dos grandes impactos ambientais e à saúde humana que o uso inadequado do mercúrio pode trazer.

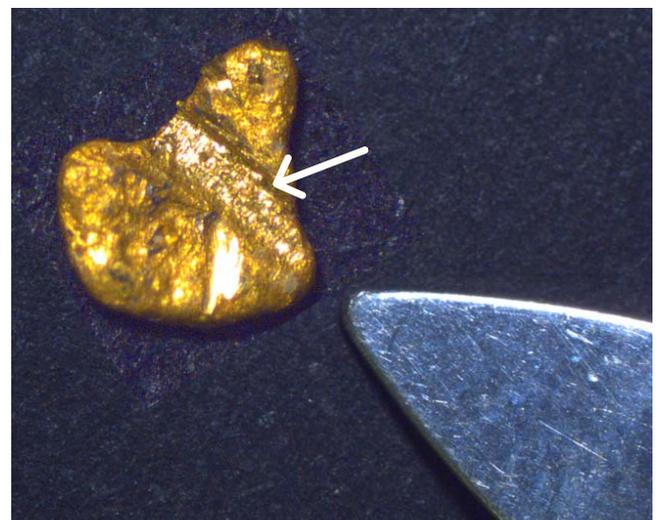
Além do ouro nativo, outros minerais de ouro ocorrem na natureza, como os teluretos, antimonietos e selenietos, e também os preciosos, como a prata e o cobre.

Como reconhecer o ouro?

O ouro é um mineral de identificação relativamente fácil devido as suas características físico-químicas únicas.

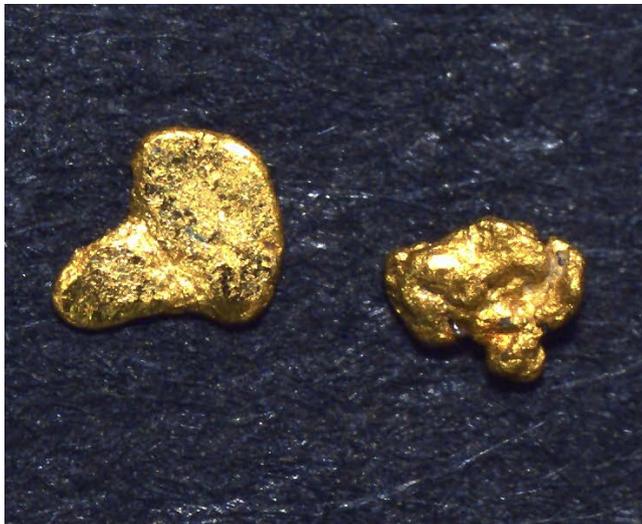
Dureza

O ouro encontrado na natureza é ouro puro, por esse motivo tem uma dureza muito baixa, menor que 3,0. A baixa dureza permite que ele seja facilmente riscado ou mesmo cortado com um canivete de aço que tem dureza 5,0. Se for mordido, o ouro ficará com as marcas dos dentes.



Pepita de ouro marcada pela lâmina de um canivete. Fonte: Geol. Andrea Sander

Devido à alta maleabilidade, quando martelado, o ouro amassa, em vez de quebrar. **Se há dúvida sobre o mineral encontrado, esmague-o com a lateral de uma lâmina, se ele se moldar e se achatar (como uma argila), sem quebrar ou esfarelar, muito possivelmente é ouro.**



Pepitas de ouro, a esquerda esmagada pela lâmina do canivete, a direita ao natural. Fonte: Geol. Andrea Sander

Forma

Em geral, o ouro ocorre como pepitas, que são massas irregulares (lembram um chiclete mastigado) de tamanhos variados, desde poucos milímetros até alguns centímetros. Outras formas são comuns, como escamas ou fios irregulares. O ouro raramente pode ser encontrado na forma **de cubos e octaedros**.



Ouro em diversas formas, Garimpo Serra Sem Calça, Jarú, Rondônia. Fonte: Geol. Andrea Sander

Cor e brilho

O ouro tem uma coloração amarelo-dourada característica. **Seu brilho é metálico, porém não é muito intenso**, ao contrário do que muitos pensam. Como é um mineral muito macio, tende a ficar com a superfície marcada, com pequenos amassados e riscos, diminuindo seu brilho metálico.

Densidade

O ouro é um dos minerais mais pesados da natureza, tem densidade de $19,3 \text{ g/cm}^3$. Em uma comparação, o ouro é mais denso que o chumbo ($11,3 \text{ g/cm}^3$). **Portanto, se você suspeita que sua amostra tem ouro, compare-a com outra do mesmo tamanho que não tenha o mineral. A amostra com a possibilidade de ter ouro deve ser mais pesada.**



Pintas de ouro em concentrado de bateia, Arroio da Bossoroca, Vila Nova do Sul, Rio Grande do Sul. Fonte: Geol. Andrea Sander

Minerais que podem ser confundidos com ouro

Existem dois minerais que com frequência são confundidos com o ouro, a **pirita** e a **vermiculita**.

Pirita

A **pirita** é um sulfeto de ferro, também conhecida como o **ouro dos tolos**. Tem uma cor dourada, mas é mais clara que o ouro e muito mais brilhante, com um forte brilho metálico.

Além disso, a pirita pode ocorrer na forma de cubinhos, com estrias nas faces, que não ocorrem no ouro.



Pirita com quartzo, Mina de Quiruvilca, Peru. Fonte: <https://www.mindat.org/gm/3314>

A pirita é muito mais dura que o ouro e, se for esmagada, irá se esfarelar ou quebrar. Não será possível cortá-la com uma faca, ou marcá-la com uma mordida, pois a sua dureza é superior a 6,0, enquanto que o ouro tem dureza menor que 3,0. A pirita, ao ser friccionada na parte áspera de uma porcelana (como a parte não vitrificada de uma xícara), resultará em um traço cinza-escuro esverdeado, enquanto que o ouro resultará em um traço amarelo-dourado.



Risco cinza-esverdeado da pirita na porção áspera da porcelana. Fonte: Geol. Andrea Sander

A pirita é um mineral que reage com o ácido clorídrico, também chamado de ácido muriático, usado para limpeza de pisos. Basta um gota de ácido sobre a pirita que ela irá borbulhar, enquanto que o ouro não irá apresentar nenhuma reação.

Vermiculita

A **vermiculita** é um aluminossilicato de ferro e magnésio, que ocorre na forma de finas lamelas (escamas) douradas, muito semelhantes ao ouro. Porém, ao contrário do ouro, a vermiculita tem superfícies planas, muito lisas, e não é "amassadinha" como as pepitas de ouro. Quando friccionada na parte áspera da porcelana, resulta em um risco incolor e tem densidade muito baixa. Assim, se algumas lamelinhas de vermiculita forem colocadas em um copo de água, irão boiar e descer lentamente até o fundo, o que não ocorre com o ouro, que tem densidade elevada e afunda rapidamente.



Massa de vermiculita. Fonte: <https://www.mindat.org/>

A vermiculita, ao contrário do ouro, é quebradiça e não pode ser amassada, mas pode ser facilmente esfarelada em muitas plaquinhas finas, como escamas, o que não irá acontecer com o ouro.



Finas palhetas de vermiculita. Fonte: <https://www.mindat.org/>

Principais ocorrências de ouro no Brasil

Os estados brasileiros com as maiores minas de ouro são: Pará, Goiás, Mato Grosso e Minas Gerais. A Bahia, o Amapá e o Maranhão, também, têm ocorrências. O ouro está amplamente distribuído e praticamente todos os estados brasileiros têm ocorrências, ainda que pequenas.

Rochas onde se encontra ouro

Existem diversos tipos de rochas que podem conter esse metal precioso, mas algumas chamam a atenção:

- ouro associado a **veios de quartzo**, juntamente a a pirita e outros sulfetos;
- ouro associado a **depósitos de plácer**, que são depósitos em areias e cascalheiras em geral relacionados a rios, onde se concentram minerais resistentes, como o quartzo, e densos, como o ouro;
- ouro associado a **intrusões de rochas magmáticas** (são chamados pórfiros);
- ouro associado a **soluções aquecidas** que existem na crosta terrestre, chamados de depósitos hidrotermais epigenéticos;
- ouro associado a **depósitos de ferro e cobre**, chamados de IOCG, sigla para o nome em inglês *Iron Oxide Copper Gold*, ou óxidos de ferro, cobre e ouro;



Ouro em folhas do Garimpo Doze de Outubro, Província Mineral do Tapajós, Pará. Fonte: Geol. Elton Pereira



Ouro em veio de quartzo, garimpo em Serrinha, Garantã do Norte, Mato Grosso. Fonte: Geol. Elton Pereira



Ouro em veio de quartzo, Dom Pedrito, Rio Grande do Sul. Fonte: Geol. Carlos Iglesias



Ouro em veio de quartzo. Fonte: <https://www.mindat.org/>

A análise para ouro

O ouro nem sempre ocorre livre, ele pode estar aprisionado na estrutura de outros minerais, como na pirita. Esta condição é frequente em vários jazimentos de ouro, para extrai-lo é necessária a quebra química do retículo cristalino do mineral que o contém.

A análise química mais adequada para determinar o teor de ouro em uma rocha é o método *fire assay*, considerado o mais preciso dentre as técnicas disponíveis para análise de metais raros, já que é muito sensível e pode detectar a presença de concentrações muito baixas, em parte por mil - ppm, e parte por bilhão - ppb, necessária para quantificação de ouro, prata e platinóides.

O método *fire assay* ou, em uma tradução livre, ensaio de fogo, é uma técnica de laboratório que combina o calor intenso produzido por um forno, junto com reagentes secos chamados fluxos, para isolar e medir a quantidade do metal precioso (ouro e prata) em amostras de minério.

Um dos fluxos mais eficazes é o *litharge*, uma mistura de vários compostos de chumbo, que podem dissolver óxidos de metais difíceis de fundir.

O óxido de chumbo é reduzido a chumbo metálico que, por sua vez, coleta os metais preciosos. A mistura fundida é vertida em um recipiente semelhante a um copinho de cerâmica chamado de coquilha. O chumbo metálico é separado por gravidade para a parte inferior da coquilha e a escória permanece na parte superior.



Análise de ouro pelo método *fire assay*

Após a remoção da escória, os metais nobres (Au, Pt e Pd) são separados do chumbo, em uma etapa chamada de copelação, e sobra no fundo da coquilha um material fundido denominado de botão de prata (semelhante a uma moeda). O botão de prata é dissolvido em solução ácida, sendo a quantificação dos metais nobres feita por espectrometria de absorção atômica para o ouro.



Botões de prata no fundo das coquilhas

Medida de pureza do ouro

A pureza do ouro é medida em quilates (K). O símbolo K para quilate designa a porcentagem em ouro de uma liga. Assim, o ouro puro (100% de ouro) é chamado ouro 24 quilates. Logo, o ouro 18 K, usado em joias, tem 75% de ouro e 25% de outros metais ($18 \times 100 \div 24 = 75\%$, que também é representado por ouro 18/24). O teor de ouro pode ser expresso em milésimos: ouro 1.000 (100% Au), ouro 750 (75% Au).

Quilate (K)

Unidade de pureza

Ouro 24K	= $1/24 = 100\%$ de ouro
Ouro 18K	= $18/24 = 75\%$ de ouro
Ouro 16 K	= $16/24 = 66,6\%$ de ouro
Ouro 14 K	= $14/24 = 58,3\%$ de ouro
Ouro 12 K	= $12/24 = 50\%$ de ouro

Mas porque misturar o ouro a outros metais? O ouro puro tem dureza muito baixa de 2 na escala de Mohs, impedindo que ele seja usado em joalheria. Um anel de ouro puro amassaria e perderia a sua forma com um simples aperto de mão, por exemplo. Por isso, o ouro sempre é misturado com algum outro metal, formando ligas, que dão dureza à peça e também podem dar nuances de cor.

Ouro amarelo	Ouro puro (75%) + Prata (12,5%) + Cobre (12,5%)	
Ouro vermelho	Ouro puro (75%) + Cobre (25%)	
Ouro rosé	Ouro puro (75%) + Cobre (22,5%) + Prata (2,75%)	
Ouro branco	Ouro puro (75%) + Paládio (25%)	
Ouro verde	Ouro puro (75%) + Prata (15%) + Cobre (6%) + Cádmio (4%)	
Ouro negro	Ouro puro (75%) + Cobalto (25%)	

Ligas comuns para o ouro e suas cores

Para saber mais

DANA, J.D. 1974. **Manual de Mineralogia**. Rio de Janeiro: Livros técnicos e Científicos.

KLEIN, C.; DUTROW, B. 2012. **Manual de Ciência dos Minerais**. Porto Alegre: Bookman.

LEINZ, V.; CAMPOS, J.E. de S. 1982. **Guia para determinação de minerais**. São Paulo: Nacional.

MINDAT.ORG. **Massa de vermiculita**. [s.l.] : [MINDAT.ORG], [s.d.]. 1 fotografia. Disponível em: <https://www.mindat.org>. Acesso em: 20 dez. 2021.

MINDAT.ORG. **Ouro em veio de quartzo**. [s.l.] : [MINDAT.ORG], [s.d.]. 1 fotografia. Disponível em: <https://www.mindat.org>. Acesso em: 20 dez. 2021.

MINDAT.ORG. **Palhetas de vermiculita**. [s.l.] : [MINDAT.ORG], [s.d.]. 1 fotografia. Disponível em: <https://www.mindat.org>. Acesso em: 20 dez. 2021.

MINDAT.ORG. **Pirita com quartzo, Mina de Quiruvilva, Peru**. [s.l.] : [MINDAT.ORG], [s.d.]. 1 fotografia. Disponível em: <https://www.mindat.org/gm/3314>. Acesso em: 20 dez. 2021.