





MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

**SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E
TRANSFORMAÇÃO MINERAL**

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Diretoria de Infraestrutura Geocientífica
Departamento de Relações Institucionais e Divulgação

Programa SGBeduca

A ORIGEM DA GRAFITA E DO GRAFENO

Angela Pacheco Lopes
Ilustrações OpenAI
2025



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Alexandre Silveira

Secretário Executivo

Arthur Cerqueira Valério

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Ana Paula Lima Vieira Bittencourt

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO

Presidente – Denis de Moura Soares

Marilene Ferrari Lucas Alves Filha

Luciano da Silva teixeira

Manoel Barretto da Rocha Neto

Janaína Simone Neves Miranda

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretora-Presidente – Sabrina Góis (Interina)

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial - Alice Silva de Castilhos

Diretor de Geologia e Recursos Minerais - Francisco Valdir Silveira

Diretor de Infraestrutura Geocientífica – Sabrina Góis

Diretor de Administração e Finanças – Sabrina Góis (Interina)

REVISÃO e APOIO SGBeduca

Andrea Sander

Patrícia Duringer Jacques



Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

LOPES, Angela Pacheco

L864o A origem da grafita e do grafeno / Angela Pacheco
Lopes. – [Curitiba] : SGB, 2025.
1 recurso eletrônico : PDF

Programa SGBeduca
ISBN 978-65-5664-662-6

1. Grafita – estudo e ensino. 2. Grafeno – estudo e
ensino. I. Título.

CDD 553.2607

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Claudia Lopes CRB-8 SP010391/0

Distribuição gratuita. Acesso: <https://sgbeduca.sgb.gov.br/>



Grafita?

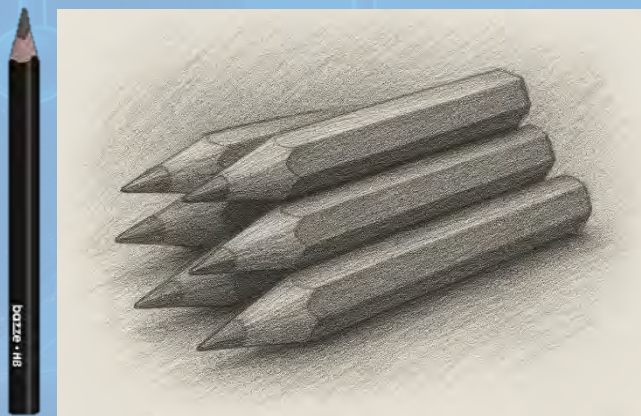
A grafita é um mineral composto por carbono. Ela tem uma estrutura formada por camadas finas de átomos de carbono, que podem deslizar umas sobre as outras, o que a torna macia e escorregadia. A grafita natural é geralmente de cor cinza e suja a mão ao esfregar.

Também existem grafitas sintéticas, produzidas em laboratório, a partir de substâncias ricas em carbono.



Grafite?

O termo grafite é mais utilizado para se referir ao material que encontramos nos lápis, mas também pode se referir ao mineral. O grafite é um dos poucos materiais usados para escrever em superfícies sem deixar uma marca permanente, pela facilidade com que as camadas de carbono se soltam ao serem pressionadas.



Grafeno?

O grafeno é uma camada muito fina extraída da grafita, composta por átomos de carbono dispostos de forma bem organizada, que até parece uma rede de favo de mel.

O processo mais famoso para extrair o grafeno da grafita foi proposto em 2004 pelos cientistas Andre Geim e Konstantin Novoselov, que ganharam o Prêmio Nobel de Física por isso.



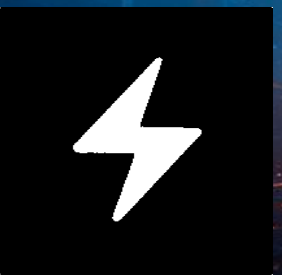
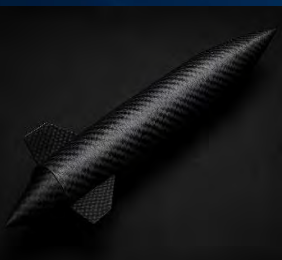
Por que é tão importante estudar sobre a grafita e sobre o grafeno ?

A grafita, conhecida por estar na ponta do lápis, é muito mais importante do que parece. Ela é considerada um mineral essencial para transição energética, que é a mudança do jeito como as pessoas produzem e usam energia.

Durante muito tempo, a maior parte da energia que usamos veio de combustíveis fósseis, como carvão, petróleo e gás, que emitem bastante CO₂ na atmosfera. A transição energética significa trocar, pouco a pouco, essas fontes poluentes por energias mais limpas e renováveis, como a solar, a eólica (do vento) e a hidrelétrica. Essa mudança objetiva proteger o meio ambiente e a garantir um futuro mais sustentável para todos.

Além disso, a grafita e o grafeno são flexíveis, refratários, quimicamente inertes e possuem excelente condutividade elétrica e térmica. Essas características, juntamente com o alto ponto de fusão, os tornam apropriados para fabricação de produtos de alta tecnologia.

Atualmente, com a maior facilidade de extração do grafeno, a grafita pode ser considerada um mineral do futuro. Ela foi inclusive classificada como um mineral estratégico no Brasil, ou seja, considerada fundamental para o desenvolvimento do país.



Quais os principais usos da grafita?

A aplicação em baterias de lítio e grafita, utilizadas em veículos elétricos e híbridos, é uma das razões que este mineral foi considerado estratégico para transição energética no Brasil. Para receber essa designação, outros fatores relevantes também foram considerados, como a escassez e o aumento da demanda nacional e mundial.

Claro que a grafita continua sendo usada na fabricação de lápis, lubrificantes e tintas, mas atualmente, o aumento do consumo desse mineral está diretamente relacionado aos setores aeroespacial, de energia, de transporte, de telecomunicação e de defesa.

Bons exemplos desses equipamentos mais leves, flexíveis e resistentes de alta tecnologia que utilizam grafita e grafeno na fabricação são: celulares, relógios, máquinas fotográficas, notebooks, drones, satélites, foguetes, dispositivos de armazenamento de energia e células solares.



E como a grafita se forma na natureza?

Para entender o processo de formação da grafita, precisamos pensar no tempo geológico, na história do planeta Terra e não apenas no período que o ser humano habita nele. Isso porque tudo começa há milhões de anos, quando restos de plantas e de outros materiais ricos em carbono ficaram enterrados, junto com solo e sedimentos.



Decomposição da matéria orgânica em meio ao solo e sedimentos (há milhões de anos), sendo cada vez mais soterrados.

Imagine essas camadas enriquecidas em matéria orgânica sendo cada vez mais soterradas, por mais e mais sedimentos. À medida que aumenta a profundidade, a temperatura e a pressão aumentam. Os sedimentos vão compactando e cimentando em um processo chamado litificação, que forma as rochas sedimentares.

E a matéria orgânica acumulada se decompõe em meio a essas rochas. Parecido com o processo de formação do carvão e do petróleo, que também pode ocorrer no fundo dos oceanos.

Só que para formar a grafita, é necessário que a pressão e a temperatura aumentem ainda mais. Quando isso acontece, começa um processo que chamamos de metamorfismo das rochas.



Você sabe o que é metamorfismo?

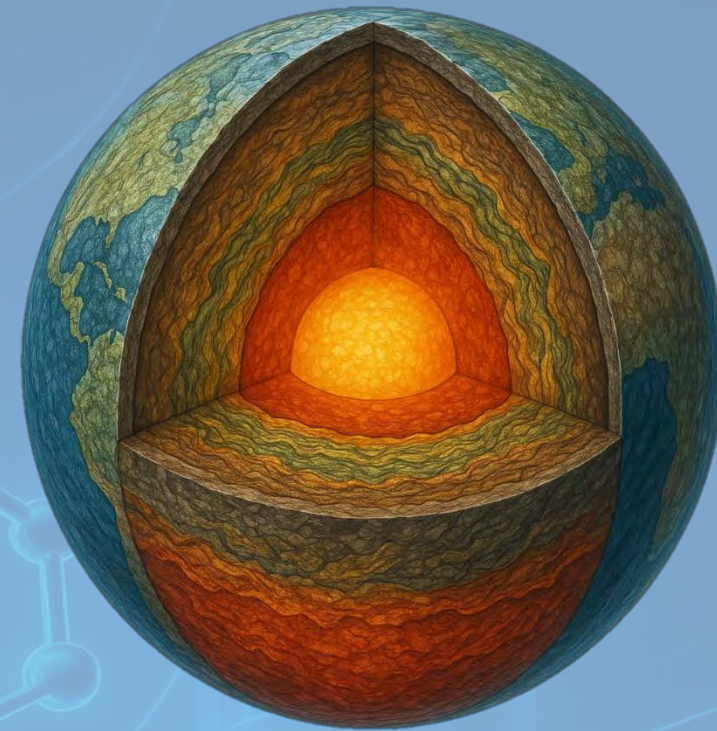
O Metamorfismo das rochas é uma “transformação” que acontece dentro da Terra. Imagine que uma rocha está enterrada a muitos quilômetros de profundidade. Lá embaixo faz muito calor e a pressão das camadas de cima é enorme. Nessas novas condições de pressão e temperatura, a rocha pode mudar de aparência, de minerais e até de textura, sem chegar a derreter totalmente, metamorfizando. Só não esqueça que esse processo leva milhões de anos!

E como essas rochas vêm parar na superfície do planeta?

1 - Movimento das placas tectônicas: A crosta terrestre está sempre se mexendo, como um grande quebra-cabeça. Esse movimento pode empurrar as rochas do interior do planeta para a superfície.

2 - Erosão e desgaste da superfície: A chuva, o vento, os rios e até o gelo vão desgastando as camadas de cima e expondo as camadas profundas.

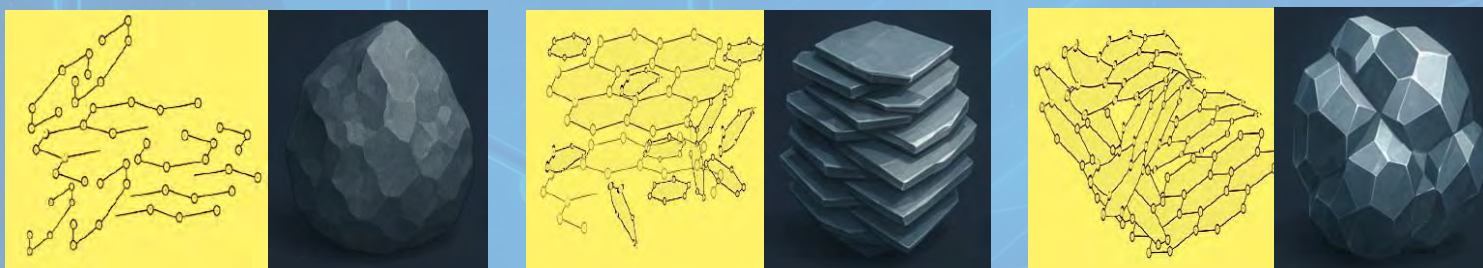
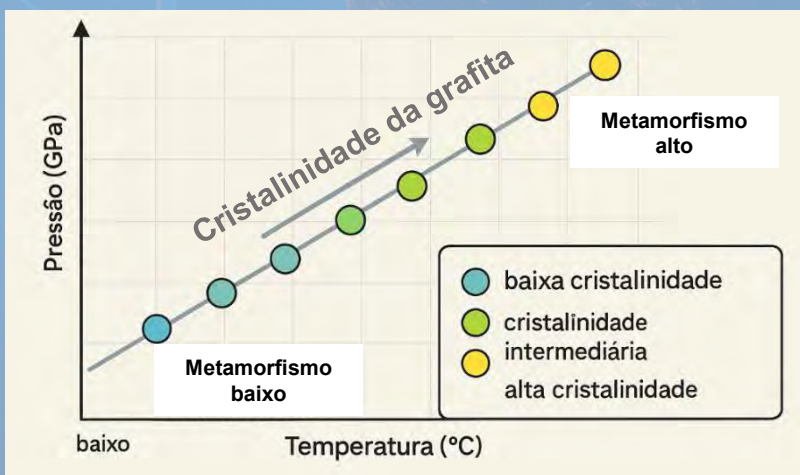
Só não esqueça de raciocinar com o tempo geológico!



Metamorfismo e grafitização, qual é a relação?

Caso as rochas sedimentares tenham camadas enriquecidas em matéria orgânica, com o aumento da profundidade de soterramento, da temperatura e da pressão, que também podem se elevar por esforços tectônicos, a transformação em rochas metamórficas acontece junto com a grafitização. Ou seja, o material carbonoso se transforma em grafita amorfa, que ainda não tem estrutura cristalina em rochas metamórficas de baixo grau. Porém, com o aumento ainda maior da temperatura e da pressão no decorrer do tempo geológico, esse processo reorganiza a estrutura cristalina do material para formar uma rede ordenada de grafita cristalina, chegando ao ponto de formar grafita lamelar (tipo *flake*).

A grafitização pode ocorrer, por exemplo, em camadas de carvão sob o calor e a pressão do metamorfismo, em profundidade, um processo que pode levar milhões de anos.



Baixa

- Cristalinidade da grafita

- Alta

Metamorfismo: pressão + temperatura + tempo geológico

Quais os tipos de grafita?

Vimos que no metamorfismo de baixo grau é comum formar a grafita amorfa, que não possui estrutura cristalina organizada. Com o aumento da temperatura e da pressão que ocorre no alto grau de metamorfismo, ela se transforma em uma grafita com maior cristalinidade, chamada de grafita lamelar (tipo *flake*).

Tem outra forma de grafita cristalina, chamada tipo veio, que é formada a partir da precipitação de fluidos enriquecidos em carbono. Esses fluidos são transportados em fraturas das rochas, em profundidades variadas, até que encontram um local apropriado para solidificar.

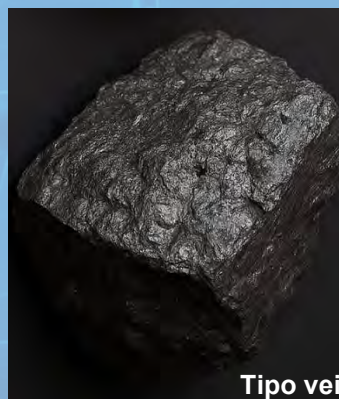
O melhor aproveitamento industrial considera o tipo de grafita. Por exemplo, a grafita lamelar apresenta cristais bem desenvolvidos, alta pureza e bom desempenho elétrico, sendo amplamente utilizada na produção de baterias e na extração do grafeno. A grafita amorfa é geralmente empregada na fabricação de lápis, lubrificantes, produtos de fundição e abrasivos. E a grafita de veios possui alta densidade e pureza intermediária, sendo adequada para produção de eletrodos industriais e peças refratárias.



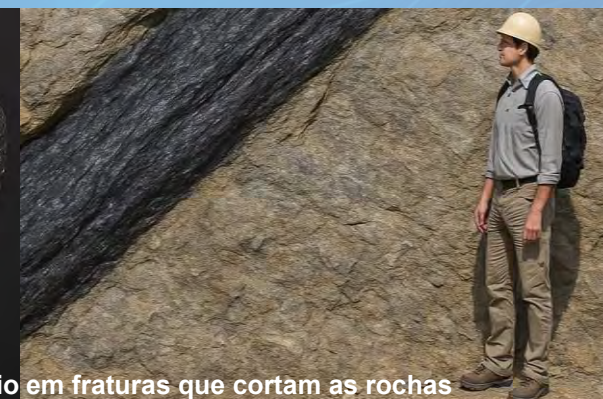
Tipo amorfa em xisto, rocha de baixo grau metamórfico



Tipo lamelar em gnaiss, rocha alto grau metamórfico



Tipo veio em fraturas que cortam as rochas



As reservas de grafita no mundo e o trabalho do Serviço Geológico do Brasil (SGB –CPRM)

A China é o país que mais possui reservas de grafita no mundo. O Brasil vem logo em seguida, ocupando o segundo lugar. Esse potencial conduziu diversas ações voltadas para grafita, tanto no setor público como no privado.

Nesse contexto, o Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM) desenvolveu o projeto “Avaliação do Potencial de Grafita no Brasil”, que tem como objetivo a análise das ocorrências e depósitos de grafita em âmbito nacional, permitindo delimitar novas áreas com potencial para esse mineral.

Mesmo com tanta grafita disponível, o Brasil ainda produz pouco em comparação com outros países. Isso acontece porque o país ainda precisa melhorar suas fábricas e tecnologias para conseguir transformar a grafita em um material puro o suficiente para ser usado em produtos modernos, como baterias e equipamentos eletrônicos.

Quanto mais o Brasil conseguir beneficiar sua matéria-prima, ou seja, transformá-la em produtos de maior valor, maiores serão as oportunidades de desenvolvimento econômico e de geração de empregos no país.

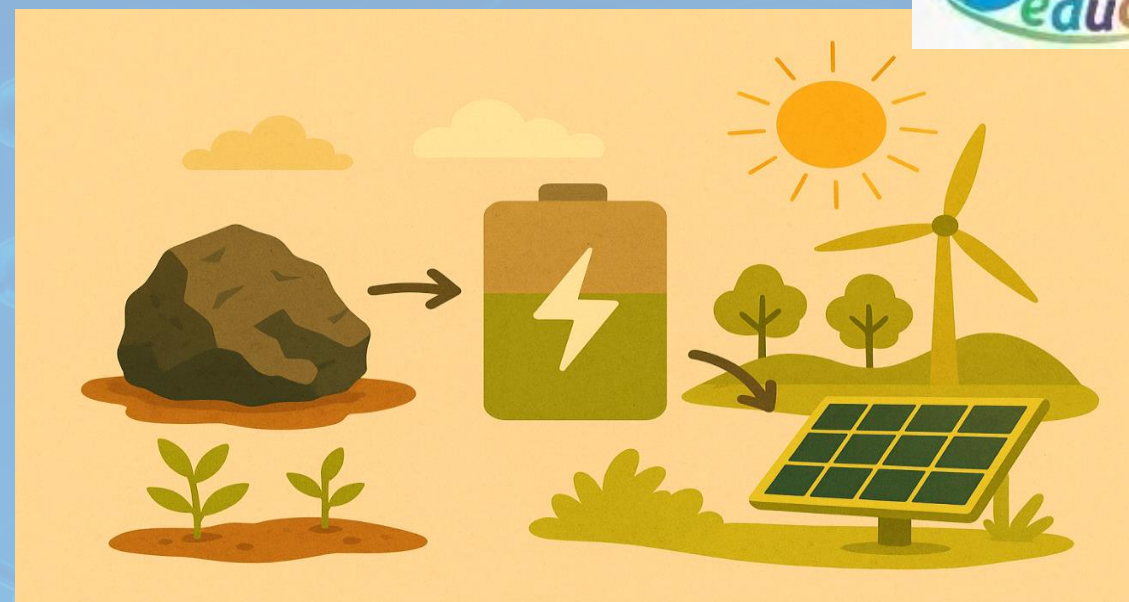


A transição energética é importante, mas não é mágica!



Quando falamos em transição energética, estamos falando de trocar os combustíveis fósseis, como o petróleo e o carvão, por fontes de energia mais limpas, como a solar, a eólica e até aderir aos carros elétricos.

Essa mudança é muito importante para diminuir a poluição, mas será que isso resolve todos os problemas? A resposta é não. Para construir carros elétricos, por exemplo, é preciso muita mineração. As baterias desses carros precisam de lítio, cobalto, elementos terras raras, grafita, entre outros.



Além disso, os carros elétricos ainda são caros, e a maior parte da população não consegue ter acesso. Por isso, mesmo com a transição energética, ainda vamos depender dos combustíveis fósseis por muito tempo, especialmente porque eles ainda são a principal fonte de energia no mundo. Então, o que fazer?

O segredo para um futuro realmente sustentável não está apenas em novas tecnologias, está em mudar a forma como consumimos. Precisamos usar os recursos naturais com sabedoria, evitar desperdícios, reaproveitar materiais e consumir menos. Para cuidar do planeta, precisamos equilibrar novas tecnologias com o consumo consciente, construindo juntos um futuro mais justo e equilibrado.

Desafio



A grafita e o diamante são minerais que parecem muito diferentes, mas têm algo em comum: ambos são formados apenas por carbono.

Descubra o que faz com que esses minerais que têm a mesma composição química possuam aparência e características físicas tão diferentes.

Você pode encontrar dicas para ajudar no desafio e outras informações geológicas que ajudam a compreender melhor o conteúdo no site do SGBeduca. Acesse:
<https://sgbeduca.sgb.gov.br/>

