CARLOS CÉSAR UCHOA DE LIMA
TATIANA SILVA RIBEIRO
DIEGO NERY DO AMARAL

ACERVO MINERALÓGICO

da Área de Geociências/UEFS

Editora zarte





Texto
Carlos César Uchoa de Lima
Tatiana Silva Ribeiro
Diego Nery do Amaral

Fotos e Arte Final das Fotos
Carlos César Uchoa de Lima

Colaborador
Marcus Vinícius Santana Santos
(Monitor de Geologia/UEFS)

Conselho Editorial
Claudio André Souza
Danilo Uzêda da Cruz
Eraldo Medeiros Costa Neto
João Daniel Guimarães Oliveira
Maria de Lourdes Novaes Schefler
Mariana Fagundes de Oliveira Lacerda
Maria Victória Espiñeira González
Zenaide de Oliveira Novais Carneiro

Projeto Gráfico
Franco Mathson

Diagramação
Franco Mathson e Eduardo Mathson

ESSA PUBLICAÇÃO FAZ PARTE DO PROJETO DE EXTENSÃO:

Popularização das Geociências: Mídias Sociais, Livros Didáticos e Outros Recursos

Área de Conhecimento: Geociências

Coordenadora: Consuelo Lima Navarro de Andrade

Objetivo Geral: Disseminar as Geociências em espaços de educação formal e não formal, além das mídias sociais, com vistas a atingir o público em geral.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

L697
Lima, Carlos César Uchoa de
Acervo mineralógico da Área de Geociências / UEFS / Carlos César Uchoa de Lima, Tatiana Silva Ribeiro, Diego Nery do Amaral. – Feira de Santana : Editora Zarte, 2026.
106 p. : il.

Ebook
Formato: PDF
ISBN 978-65-83341-30-3

1. Mineralogia. 2. Minerais. 3. Geociências. 4. Universidade Estadual de Feira de Santana. I. Título. II. Ribeiro, Tatiana Silva. III. Amaral, Diego Nery do.

Elaboração: Luis Ricardo Andrade da Silva – Bibliotecário – CRB 5/1790

Editora zarte



SUMÁRIO

Prefácio 4
Introdução 5
Propriedades Físicas dos Minerais 7
Grupos de Minerais 9
Elementos Nativos 11
Sulfetos 19
Óxidos 28
Haletos 35
Hidróxidos 41
Carbonatos 45
Sulfatos 53
Fosfatos 57
Ciclossilicatos 63
Filossilicatos 67
Inossilicatos 78
Nesossilicatos 84
Sorossilicatos 92
Tectossilicatos 95
Bibliografia Consultada 105

PREFÁCIO

Há algo de fascinante em segurar um mineral nas mãos. Em um pequeno cristal podem estar registrados milhões e, às vezes, bilhões de anos da história da Terra. Cada forma, cor e brilho revelam processos geológicos complexos que podem ter ocorrido muito antes da presença humana no planeta.

O catálogo que o leitor tem agora em mãos é mais do que uma simples reunião de exemplares minerais. Ele representa um encontro entre ciência, curiosidade e encantamento. Ao percorrer estas páginas, somos convidados a observar com mais atenção materiais que frequentemente passam despercebidos, mas que sustentam grande parte do mundo em que vivemos, desde os recursos utilizados na indústria, agricultura até aqueles presentes nas tecnologias do cotidiano.

Este catálogo nasce do desejo de aproximar o universo fascinante da mineralogia à sociedade, ele representa um esforço de registro, organização, observação e valorização de uma coleção que reúne diferentes minerais nacionais e internacionais, cada um com suas características físicas, químicas, origens e aplicações, configurando assim um importante potencial educativo e científico.

Portanto, mais do que um registro do acervo, esta obra é também um convite: um convite para observar, questionar e surpreender-se com a diversidade mineral do planeta Terra. Para estudantes, pode ser o primeiro contato mais atento com o universo da mineralogia. Para curiosos e amantes das ciências naturais, pode representar uma oportunidade de descobrir novas histórias registradas nos diferentes tipos de rochas.

Que este catálogo inspire novos olhares, desperte perguntas e reforce algo fundamental: conhecer os minerais é também compreender melhor a Terra e o papel que ela desempenha em nossa existência.

Boa leitura e boas descobertas.

Os autores.

INTRODUÇÃO

Os minerais têm sido utilizados pela humanidade desde a Pré-História, tanto na fabricação de objetos cortantes para a caça e o corte de alimentos quanto no uso em utensílios domésticos. Esse uso foi ampliado nas antigas civilizações, quando o enxofre, por exemplo, era utilizado pelos chineses, indianos e egípcios para a desinfecção de água e como medicamento cicatrizante. O cobre nativo, talvez, tenha sido o primeiro metal a ser utilizado, desde o Neolítico, passando pelas civilizações egípcias, onde o utilizavam como utensílio doméstico e em coroas. Os egípcios ainda utilizaram o ouro em coroas e joias, o cinábrio em pigmentos e a malaquita como minério de cobre.

Atualmente, os minerais fazem parte de nossa vida diária, sem que muitos de nós percebamos. Vivemos em uma era marcada pela revolução digital, pela transição energética, que visa reduzir as emissões de carbono na atmosfera, visando a sustentabilidade. Celulares, computadores, baterias recarregáveis, painéis solares, turbinas eólicas e fertilizantes agrícolas dependem diretamente de minerais específicos, muitos deles classificados internacionalmente como minerais estratégicos ou críticos para o desenvolvimento econômico e tecnológico de um país. Essa classificação deve-se à sua importância econômica e à escassez desse mineral na natureza.

O cobre, por exemplo, é indispensável na fiação elétrica e em ligas metálicas. A grafita, componente fundamental das baterias de íons de lítio, está presente em aparelhos eletrônicos e carros elétricos, além de ser usada em lubrificantes e refratários. O rutilo, fonte de titânio, é empregado em pigmentos, ligas metálicas leves e aplicações tecnológicas avançadas. A pirrotita e outros sulfetos podem estar associados aos elementos químicos níquel e cobalto, que são metais indispensáveis para baterias imprescindíveis para a mobilidade elétrica.

Na agricultura, minerais como a apatita (grupo dos fosfatos), a silvita (fonte de potássio), calcita e dolomita desempenham papel crucial na fertilidade dos solos e na segurança alimentar. Já minerais como hematita, magnetita e cassiterita sustentam setores industriais fundamentais, como a siderurgia na produção de ligas metálicas, como o aço.

O talco é muito utilizado em cosméticos e o quartzo, utilizado como gemas (pedras preciosas), na fabricação de vidros, sendo também a principal fonte de silício, usado em componentes eletrônicos, como chips de celulares e laptops.

Além do valor econômico, os minerais registram processos geológicos que ajudam a compreender a história da Terra, como a formação das rochas, a definição dos ambientes tectônicos, além da identificação dos processos de intemperismo e da evolução dos solos.

Entretanto, nem toda substância sólida de origem natural é um mineral, como se pressupõe no senso comum. Para ser considerado mineral, é necessário atender às seguintes condições: substância sólida de ocorrência natural, inorgânica (exceto os minerais bioquímicos produzidos por organismos marinhos para a construção de suas carapaças), possuir composição química definida e estrutura cristalina ordenada. A composição química pode variar dentro de certos limites por substituição iônica, não havendo, entretanto, modificações na estrutura do cristal. Além disso, os minerais diferem das rochas, que comumente são agregados de um ou mais minerais.

Este catálogo apresenta o acervo mineralógico da Área de Geociências da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), destacando as propriedades físicas diagnósticas, as ocorrências geológicas, aplicações e curiosidades dos minerais. Esse acervo é derivado de materiais nacionais e internacionais, que foram doados, coletados ou adquiridos pela UEFS através de agências financiadoras. A organização segue critérios químicos, iniciando pelos elementos nativos e avançando pelos principais grupos minerais, incluindo sulfetos, óxidos, haletos, hidróxidos, carbonatos, fosfatos e os diversos subgrupos de silicatos.

Mais do que uma coleção de espécimes minerais, este acervo representa uma ferramenta de ensino, pesquisa e extensão, conectando o conhecimento mineralógico à sociedade e à necessidade de formar cidadãos capazes de compreender a importância dos recursos naturais para o desenvolvimento sustentável, pois conhecer os minerais é compreender as bases materiais da história da humanidade.

PROPRIEDADES FÍSICAS DOS MINERAIS

Neste catálogo, exibiremos uma ou mais fotos de cada mineral, com sua respectiva fórmula química, juntamente com algumas de suas propriedades físicas diagnósticas (Figura 1) e, em seguida, um texto que informa as principais características, ocorrências e curiosidades dos minerais que compõem o acervo mineralógico da Área de Geociências da UEFS.

As propriedades físicas destacadas são:

1 – Dureza (D): É a resistência que um mineral apresenta ao ser riscado. A escala de referência utilizada é a escala de dureza relativa de Mohs que tem a seguinte ordem de dureza: 1 – talco; 2 – gipsita; 3– calcita; 4 – fluorita; 5 – apatita; 6 – ortoclásio; 7 – quartzo; 8 – topázio; 9 – coríndon; 10 – diamante. Dizer que é uma escala relativa significa que a resistência não cresce linearmente. O diamante, por exemplo, é milhares de vezes mais duro do que o talco.



Figura 1 – Modelo utilizado para a identificação dos minerais pertencentes ao acervo mineralógico da UEFS

2 – Gravidade específica ou densidade relativa (d): É a razão entre o peso do volume de um mineral e o peso de igual volume de água. Minerais metálicos tendem a ter densidades relativas maiores do que os não metálicos.

3 – Brilho: Diz respeito à qualidade e intensidade da luz refletida pela face de um mineral. O brilho pode ser dividido em dois grandes grupos: brilho metálico e brilho não metálico. Esse último pode ser subdividido em brilho: vítreo, sedoso, gorduroso, perláceo, resinoso, terroso (fosco), entre outros.

4 – Clivagem: É a tendência do mineral em se partir ao longo de planos paralelos e bem definidos. Isso ocorre ao longo das zonas de ligações fracas presentes na estrutura cristalina do mineral. Muitos minerais não possuem clivagem, mas quando presente, o número de planos pode variar de 1, como é o caso da moscovita, a 6, como é o caso da esfalerita.

5 – Cor: Essa propriedade, apesar de ser talvez, a primeira que chame a atenção, não é diagnóstica para a maioria dos minerais. Apesar disso, alguns minerais têm cores bem características: a malaquita é verde; o enxofre é amarelo e o cinábrio é vermelho.

6 – Traço: É a cor do mineral ao ser pulverizado (transformado em pó). Minerais de brilho metálico, costumam ter traços com cores bem definidas (castanho, preto, cinza, amarelo).

GRUPOS DE MINERAIS

De modo geral, podemos dividir os minerais em dois grandes grupos: silicatos e não silicatos. Os silicatos correspondem a mais de 95% da crosta da Terra e a explicação para essa abundância é porque a base de todo e qualquer silicato é um íon formado pelos dois elementos químicos mais abundantes na crosta, que são, respectivamente, o oxigênio e o silício (Figura 2). Esses elementos se unem em um íon complexo conhecido como tetraedro de sílica, formado por um átomo de silício e quatro átomos de oxigênio.

Outros elementos químicos muito comumente encontrados nos minerais são alumínio, ferro, magnésio, cálcio, potássio e sódio, que, por serem íons positivos, vão se unir aos tetraedros de sílica, que possuem carga iônica negativa, formando uma grande diversidade de silicatos.

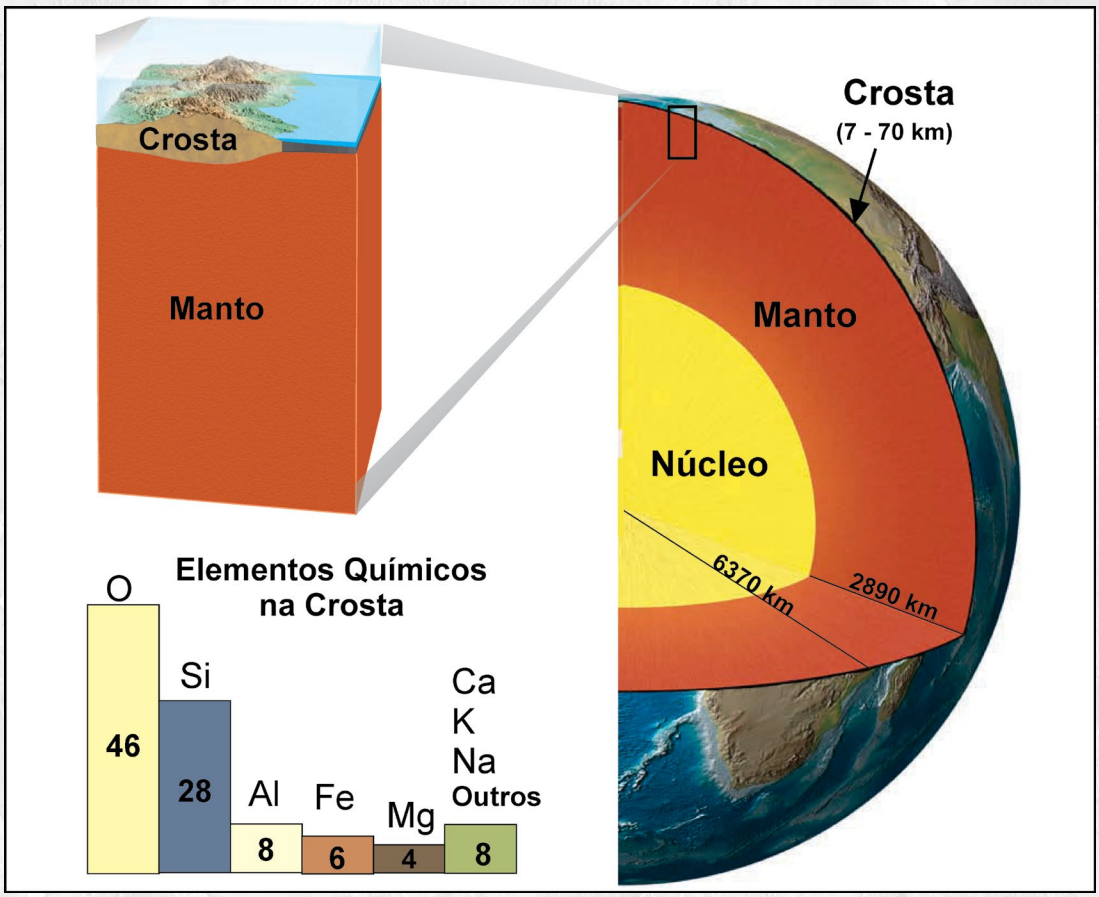


Figura 2 – Pela divisão química da estrutura interna do nosso planeta, a crosta é a camada mais superficial. Os elementos mais abundantes na crosta são O (46%) e Si (28%), fazendo com que os silicatos constituam mais de 95% dessa esfera do nosso planeta. Fonte: Adaptado de Lutgens, Tarbuck e Tasa (2012)

Neste catálogo, iniciaremos a descrição pelos **elementos nativos**, que são minerais compostos por átomos de um único elemento químico. Em seguida, mostraremos os **sulfetos**, formados pela combinação do enxofre com elementos metálicos ou semimetálicos e que constituem importantes minérios. Na sequência, descreveremos os **óxidos** que se caracterizam quimicamente por possuir apenas dois elementos: um ou mais elementos metálicos ou semimetálicos entre átomos de oxigênio; os **haletos**, onde se destacam a halita e a fluorita, e os **hidróxidos** que se caracterizam por possuir a hidroxila (OH-) na sua composição, se destacando a psilomelana e a goetita.

Os **carbonatos** são a nossa próxima atração. Eles se constituem de um importante grupo de minerais e têm como estrutura básica o íon carbonato (CO3)-3 associado a um ou mais íons positivos. Além disso, os carbonatos constituem importantes rochas sedimentares e metamórficas, como calcários e mármores. Em seguida, apresentaremos os **sulfatos**, tendo como principais representantes a gipsita e a barita, e os **fosfatos**, com destaque para a apatita, que é um mineral amplamente distribuído, muito importante para a agricultura e encontrado no estado da Bahia.

Por fim, descreveremos os **silicatos** e os seus diversos subgrupos, que em ordem alfabética são: **ciclossilicatos**, como berilo e turmalina; **filossilicatos**, tendo como exemplos a moscovita e a biotita; **inossilicatos**, representados, entre outros pelo diopsídio e hornblenda; **nesossilicatos**, o subgrupo da olivina e da granada; **sorossilicatos**, representado pelo edidoto e; **tectossilicatos**, que traz a família dos feldspatos, o mineral mais comum na crosta da Terra e o quartzo.



ELEMENTOS NATIVOS

Os elementos nativos são minerais compostos por um arranjo de átomos pertencentes a um mesmo elemento químico e podem ser divididos em três grupos:

1. **Metais:** como ouro, cobre e prata, que raramente formam cristais bem definidos;
2. **Semimetais:** como o arsênio e o bismuto, que podem ocorrer como massas nodulares ou formar cristais bem definidos, e;
3. **Não metais:** como o enxofre, que é comumente produto da exalação de fluidos hidrotermais em áreas vulcânicas e o carbono, que, a depender das conexões entre os átomos, pode formar tanto a grafita, quanto o diamante.

Cobre nativo
(Cu)

D= $2\frac{1}{2}$ - 3

d= 8,9

Brilho: Metálico

Clivagem: Indistinta

Cor: Rosa salmão a vermelho/castanho

Traço: Rosa



O cobre nativo é um mineral de brilho metálico, com cores que variam do vermelho acastanhado ao rosa salmão, dureza entre 2,5 a 3 e uma gravidade específica de 8,9. A maioria do cobre nativo ocorre em massas irregulares, podendo também apresentar formato dendrítico (ramificação semelhante a galhos de árvore). As principais características diagnósticas do cobre nativo são a sua cor, a sua tenacidade dúctil e maleável, ou seja, que pode ser moldada, além da alta gravidade específica e fratura irregular. O cobre, em sua ocorrência nativa, ou seja, sem estar ligado a outros elementos químicos, provavelmente foi o primeiro metal a ser utilizado pelos humanos. Acredita-se que o uso do cobre nativo remonta ao Neolítico, por volta de 8.000 anos, embora uma maior diversidade de registros esteja associada à civilização egípcia, há 4.000 anos, como a confecção de utensílios domésticos, adornos para vestimentas e coroas. Atualmente, grande parte do cobre utilizado é oriunda de sulfetos de cobre, como, por exemplo, a calcopirita e a bornita. Devido à sua alta condutividade e maleabilidade, o cobre é mais comumente utilizado na fiação elétrica, mas também na composição de ligas metálicas, como o latão (cobre e zinco) e o bronze (cobre e estanho com algum zinco).

Diamante (C)

D= 10

d= 3,4 - 3,5

Brilho: Adamantino

Clivagem: Perfeita em quatro dir.

Cor: Incolor, vermelho amarelo, azul, preto

Traço: Risca a porcelana



O diamante é um mineral com cores que variam de incolor a preto, sendo o amarelo a cor mais comum. Sendo o mineral mais duro conhecido, o seu nome tem origem na palavra grega adamas, que significa invencível. Seus cristais normalmente ocorrem em formato de balão (octaedros), podendo também aparecer cúbicos e maciços. Outra forma comum é o carbonado, que é um agregado microcristalino de diamantes. As principais características diagnósticas são a alta dureza e o brilho adamantino que faz com que os garimpeiros o diferenciem de outros minerais. Os registros do primeiro diamante remetem à Índia, 800 a.C. Em 327 a.C., o diamante chegou à Europa através de Alexandre, o Grande. Naquele período, os diamantes também já eram conhecidos na Grécia e no Império Romano, onde se acreditava que eram pedaços de estrelas caídas do céu. Três países dominam praticamente toda a produção de diamantes: a Índia, o Brasil e a África do Sul, com destaque para este último. O pó do diamante é empregado na moagem e no polimento de diamantes e outras pedras preciosas. Em joias, o diamante é a mais importante das gemas e, só nos tempos modernos foi utilizado para outros usos. O seu valor depende principalmente de sua transparência e do seu brilho.

Enxofre (S)

D= $1\frac{1}{2}$ - $2\frac{1}{2}$

d= 2,1

Brilho: Gorduroso a resinoso

Clivagem: Indistinta

Cor: Amarelo pálido

Traço: Amarelo pálido



O enxofre nativo é encontrado em massas irregulares ou ainda, em forma estalactítica, piramidal e prismática, com cores que variam do amarelo pálido (mais comum) a tons avermelhados. As principais características diagnósticas são a cor e o traço amarelo pálido e a facilidade em propagar chamas. Já na pré-história, o enxofre era utilizado como pigmento em pinturas de cavernas. Por volta de 4.000 a.C., os egípcios utilizavam o enxofre em rituais religiosos e no branqueamento de tecidos. Há registros de que os chineses (500 a.C.) empregaram o enxofre como componente da pólvora, e os gregos e romanos o utilizavam em lamparinas e no tratamento de pele. Atualmente, ele é utilizado na produção de ácido sulfúrico, substância importante para a fabricação de baterias, além de uso em fertilizantes, explosivos, bem como, em medicamentos e na vulcanização da borracha utilizada em pneus. Além disso, por possuir propriedades anti-inflamatórias, adstringentes e antibacterianas, o enxofre é utilizado na fabricação de antibióticos. O enxofre é encontrado principalmente associado a fumarolas vulcânicas, ao petróleo e ao gás natural. As rochas que possuem maiores concentrações de enxofre no mundo estão localizadas no Canadá.

Grafita (C)

D= 1 - 2

d= 2,2

Brilho: Metálico ou fosco/terroso

Clivagem: Perfeita em uma direção

Cor: Cinza a preto

Traço: Cinza



Embora tenha a mesma composição do diamante (carbono), a grafita possui uma baixa dureza (entre 1 e 2), devido à fraca ligação química entre os átomos de C. A grafita ocorre em cristais hexagonais, geralmente em forma de folhas flexíveis, ou ainda, em massas escamosas, granulares ou radiadas. Esse mineral é reconhecido pela sua cor, natureza foliada e traço cinza. Seu nome vem do termo grego *graphein*, que significa “escrever”, uma das principais formas de aproveitamento desse mineral. O homem primitivo usava a grafita como material para desenho nas paredes das cavernas e os egípcios para decorar objetos cerâmicos. A primeira utilização industrial ocorreu por volta de 1.400, para a fabricação do que hoje denominamos de lápis. Além de material para escrita e pintura, a grafita é usada na manufatura de tijolos refratários para a indústria metalúrgica, além de ser usada como lubrificante em óleos automotivos, componente de baterias de lítio e eletrodos. A grafita é comumente formada pelo metamorfismo de matéria orgânica presente em rochas sedimentares, sendo encontrada em gnaisses e xistos, embora possa ser encontrada também em algumas rochas ígneas. Países como Itália, México, Áustria e Índia, além dos Estados Unidos, estão entre os maiores produtores.

Ouro (Au)

D= $2\frac{1}{2}$ - 3

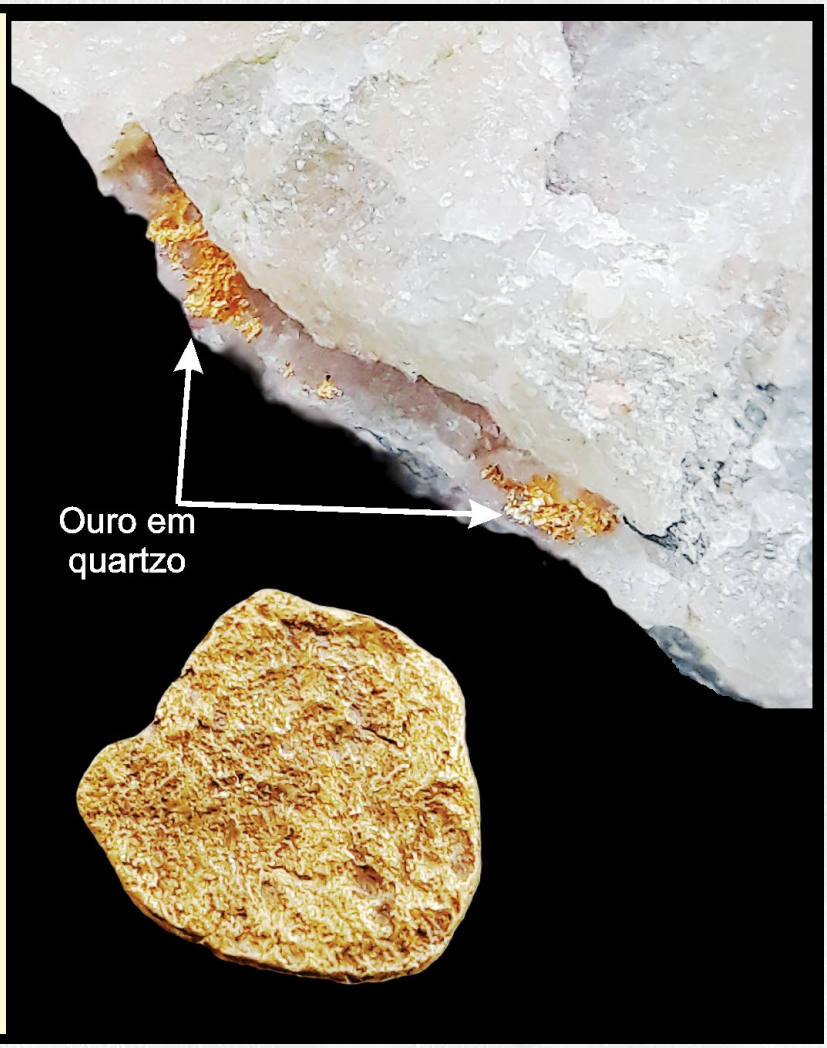
d= 19,3

Brilho: Metálico

Clivagem: Indistinta

Cor: Amarela

Traço: Amarelo dourado



Além do brilho metálico e coloração amarelo-dourada característica, o ouro, dependendo da pureza, é extremamente denso, possuindo uma gravidade específica de 19,3, o que ajuda a diferenciá-lo de pirita e calcopirita. Como outros elementos nativos, o ouro raramente forma cristais, aparecendo mais comumente com hábito arborescente, ocupando espaços em rochas quartzosas e sulfetadas formadas em ambientes hidrotermais. Rochas ígneas graníticas também podem ter baixas concentrações de ouro. Os raros cristais são octaédricos a dodecaédricos e massas granulares também podem ocorrer. Devido a sua alta resistência aos processos intempéricos, grande parte do ouro é explorada em leitos de rios arenosos e cascalhosos. No Brasil, o ouro é explorado tanto por grandes mineradoras em Minas Gerais, Pará, Mato Grosso, Goiás e Bahia quanto em garimpos legais e ilegais. O ouro é muito utilizado na fabricação de joias e, devido a sua excelente condutividade elétrica, seu uso em eletrônicos, como celulares, jogos eletrônicos e laptops também é muito comum.

Prata (Ag)

D= $2\frac{1}{2}$ - 3

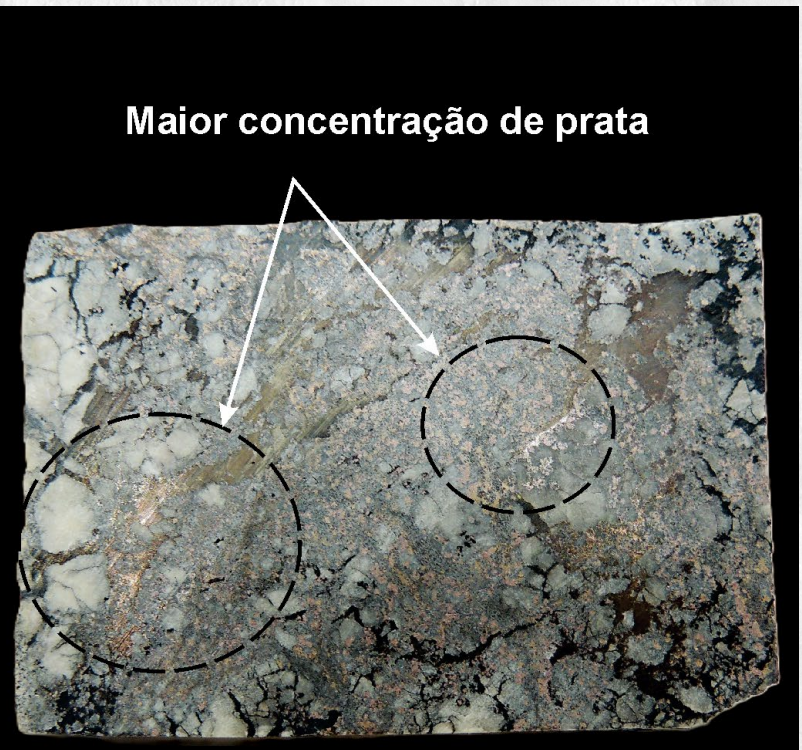
d= 10,1 - 11,1

Brilho: Metálico

Clivagem: Indistinta

Cor: Cinza prateado

Traço: Branco prateado



A prata é um mineral que se apresenta em formatos dendríticos, reticulados ou placoidais ou ainda em massas irregulares. Os cristais bem formados são raros, mas costumam ser cúbicos, octaédricos ou dodecaédricos. A prata é reconhecida pela sua cor, ductilidade, maleabilidade e brilho intenso. A origem do seu nome vem do latim argentum, que significa claro e brilhante. Além da sua forma nativa, ocorre associada a outros elementos químicos, originando a acantita (Ag_2S) e clorargirita (AgCl). Entretanto, a sua forma mais comum está associada a sulfetos contendo outros metais como cobre, níquel, chumbo e zinco. Os objetos de prata mais antigos são ornamentos e decoração, encontrados na Índia há 5000 a.C. Pela sua alta condutividade, a prata é utilizada em diversos eletrônicos, compondo circuitos de smartphones, notebooks e telas de TV. Ela também é empregada em medicamentos contra infecções, por ser antibacteriana e antifúngica, no revestimento de catéteres e válvulas cardíacas, além de ser usada como nanopartícula, em purificadores de ar e instrumentos cirúrgicos. As maiores concentrações de prata no mundo estão localizadas na região do Peru, da Bolívia e do México, sendo o México o maior produtor mundial.

CURIOSIDADE: GRAFITA



A grafita, para além do seu uso tradicional em lápis, está diretamente conectada a algumas das tecnologias mais avançadas da atualidade. A partir dela, é possível obter o grafeno, um material formado por uma única camada de átomos de carbono, disposto em uma estrutura bidimensional. Ele é o material mais fino já descoberto, embora possua resistência cem vezes maior do que o aço. Fortemente condutor, leve e flexível, o grafeno vem sendo estudado para aplicações em eletrônicos ultra rápidos, telas dobráveis e sensores, na biomedicina, possuindo também grande capacidade no armazenamento de energia.

Além disso, a demanda de grafita tem aumentado significativamente, já que o avanço da transição energética e a busca por fontes mais limpas de energia fazem com que esse mineral se torne um recurso cada vez mais importante no cenário global.



SULFETOS

Os sulfetos abrangem um importante grupo de minerais, incluindo grande parte dos minérios metálicos, o que lhes dá propriedades características, como opacidade e traços com cores bem definidas. Dentre os sulfetos metálicos destacam-se os minérios de chumbo, zinco, cobre, ferro, antimônio, bismuto, molibdênio, níquel e prata. Os sulfetos se formam quando o enxofre, que é um não metal, se combina com um metal ou um semimetal. A origem dos sulfetos pode estar associada a fluidos hidrotermais, bem como a rochas ígneas, sedimentares e metamórficas. A Bahia se destaca na produção de cobre a partir de sulfetos como a calcopirita e a bornita.

Arsenopirita (FeAsS)

D= $5\frac{1}{2}$ - 6

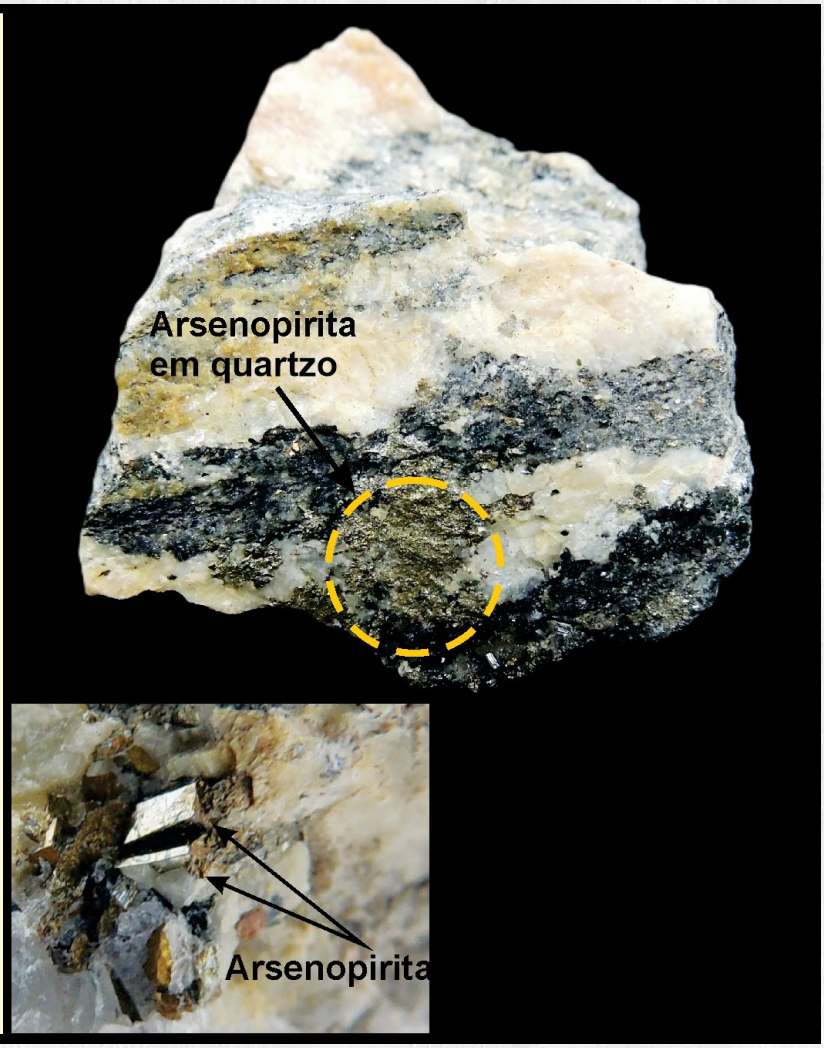
d= 5,9 a 6,2

Brilho: Metálico

Clivagem: Indistinta

Cor: branco prata, amarelo pálido

Traço: preto



A arsenopirita é um minério de arsênio, que possui cor branca prateada, podendo ocorrer em cristais prismáticos ou em massas granulares, com origem associada a veios hidrotermais, em pegmatitos e em áreas de metamorfismo de contato, podendo ainda ocorrer vinculada a minérios de prata, cobre, galena, pirita e calcopirita. É diferenciada da marcassita pela cor e pelo odor de alho quando aquecida em carvão. Como outros sulfetos, a arsenopirita também pode ocorrer associada ao ouro, podendo, em alguns casos, ser um indicativo da presença desse mineral mais raro e mais valioso. Concentrações expressivas de arsenopirita ocorrem na Europa, principalmente na Alemanha e na Inglaterra. Na América do Sul, ocorrem concentrações importantes na Bolívia. A arsenopirita pode ser utilizada na fabricação de vidros mais resistentes, inseticidas, herbicidas e conservantes, bem como no uso como pigmentos e em fogos de artifício. No Brasil, as principais ocorrências de arsenopirita estão em Minas Gerais, Goiás e Bahia.

Bornita
(Cu_5FeS_4)

D= 3

d= 5,1

Brilho: Metálico

Clivagem: Indistinta

Cor: Azul e vários tons púrpura, castanho

Traço: cinza a preto



A bornita ocorre usualmente maciça e, mais raramente, formando cristais cúbicos ou ainda octaédricos a dodecaédricos. Quando recém-exposta, possui cor bronze amarronzada, mas altera-se rapidamente para diversos tons de azuis e púrpura, resultante da oxidação, evidenciando uma iridescência que encanta as pessoas e a diferencia de outros sulfetos de cobre. A bornita é encontrada como mineral secundário em rochas ígneas máficas, em pegmatitos, em veios hidrotermais ricos em cobre, além de rochas resultantes de metamorfismo de contato, podendo aparecer associada a calcopirita e a calcocita. Outros minerais resultantes da alteração da bornita são a azurita, covellita, cuprita, crisocola e malaquita. Devido à iridescência, a bornita tem sido denominada popularmente de “pedra pavão” ou “minério pavão”, nesse último caso, por se tratar, juntamente com a calcopirita, de um dos importantes minérios de cobre. No Brasil a bornita aparece associada à calcopirita, tanto no Pará quanto no Vale de Curaçá, norte da Bahia.

Calcopirita ($CuFeS_2$)

D= $3\frac{1}{2}$ - 4

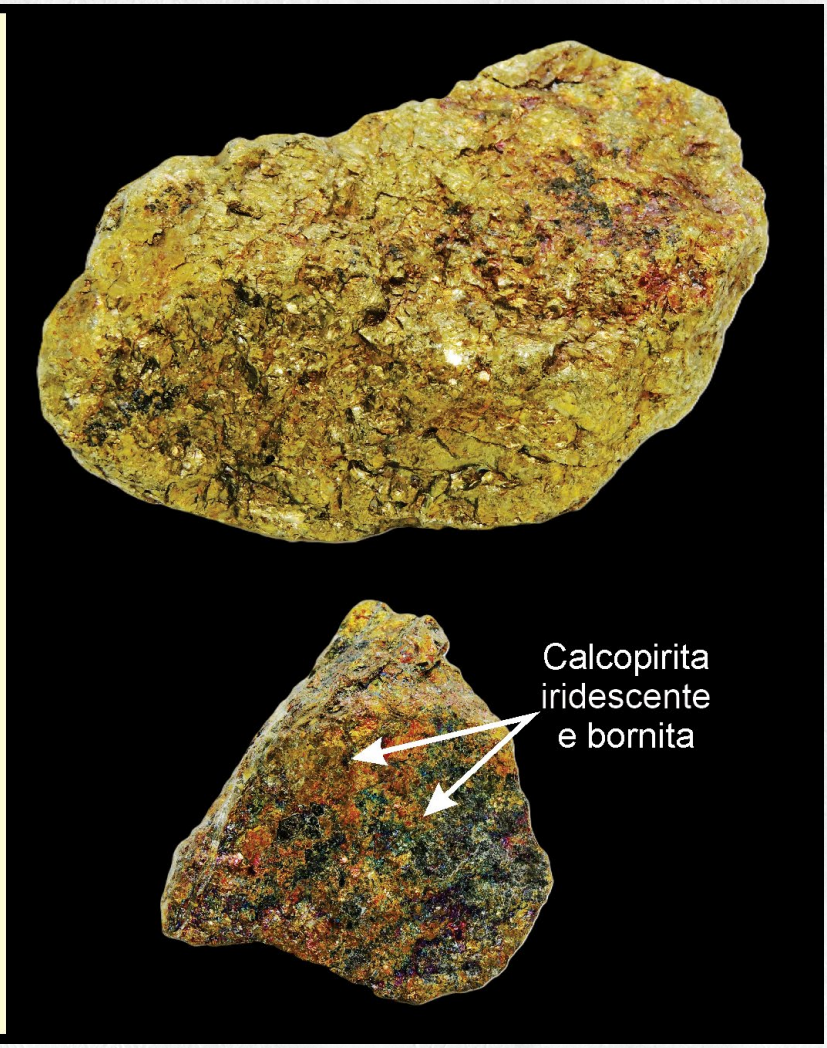
d= 4,2

Brilho: Metálico

Clivagem: Indistinta

Cor: Amarelo dourado bronze, iridescente

Traço: preto esverdeado



A calcopirita possui uma cor amarelo latão e, comumente, apresenta iridescência quando exposta à atmosfera. Historicamente, há registros da exploração da calcopirita na bacia do rio Tinto, na região de Huelva, na Espanha, durante o domínio romano. Esse mineral se apresenta usualmente maciço e menos comumente em cristais pseudo-tetraédricos. Sendo um dos sulfetos mais comuns, a calcopirita é um dos principais minérios de cobre. Apesar de ser conhecida, juntamente com a pirita como “ouro de tolo”, a calcopirita possui dureza menor que a pirita e gravidade específica bem menor que a do ouro, além de ser quebradiça. A ocorrência mais comum está associada a ambientes hidrotermais sulfetados, onde é encontrada associada a outros sulfetos, como pirita, pirrotita, galena, siderita e esfalerita. Outras ocorrências da calcopirita incluem pegmatitos e rochas que sofreram metamorfismo de contato. Existem reservas importantes de calcopirita na Inglaterra, Suécia, República Tcheca, Alemanha, África do Sul e no Chile. No Brasil existem reservas significativas de calcopirita no Pará, Goiás, Minas Gerais e Bahia.

Esfalerita (ZnS)

D= $3\frac{1}{2}$ - 4

d= 3,9 - 4,1

Brilho: Metálico e não metálico

Clivagem: Perfeita em seis direções

Cor: Incolor, verde, amarelo, marron

Traço: Amarelo a marron



A esfalerita é o minério de zinco mais comum e ocorre associada a galena, marcassita, pirita, calcopirita e ainda a minerais carbonáticos como a calcita e a dolomita, podendo apresentar diversas cores, variando do amarelo esverdeado ao marrom e preto, dependendo da quantidade de ferro presente. Usualmente em massas granulares, a esfalerita pode se apresentar também em cristais tetraédricos, dodecaédricos e cúbicos. Uma característica peculiar são suas seis direções de clivagem, embora seja de difícil visualização a olho nu, principalmente pelos cristais apresentarem-se distorcidos e comumente geminados. As ocorrências mais frequentes da esfalerita estão associadas a veios hidrotermais e a áreas de metamorfismo de contato, tendo sua formação sempre ligada a ambientes com elevadas temperaturas. Sendo o principal minério de zinco, a esfalerita é utilizada para a galvanização do ferro, na fabricação de ligas metálicas, como o latão e, em alguns casos, pode ser utilizada para a obtenção de cádmio e índio.

Galena (PbS)

D= $2\frac{1}{2}$

d= 7,6

Brilho: Metálico

Clivagem: Perfeita cúbica

Cor: Cinza azulado a preto

Traço: Cinza a preto



Reconhecida por sua alta gravidade específica, pela clivagem cúbica perfeita e pela cor cinza-azulada, com brilho metálico intenso, a galena é o principal minério de chumbo. Frequentemente em cristais cúbicos, a galena também pode se apresentar em massas irregulares ou em cristais octaédricos e dodecaédricos. Processos hidrotermais constituem a origem mais comum da galena, frequentemente associada a calcopirita, pirita, esfalerita e marcassita, mas também pode se formar por metamorfismo de contato ou ainda, associada a rochas sedimentares dolomíticas, onde outros sulfetos também podem ocorrer. A galena se altera comumente para cerussita, anglesita e piromorfita, que são minérios secundários de chumbo. Além de ser a principal fonte de chumbo, a galena pode ser uma importante fonte de prata, frequentemente contendo acantita como impureza. Outras impurezas incluem selênio, zinco, cádmio e bismuto. O chumbo é utilizado na fabricação de vidros esmaltados, cerâmica e soldas metálicas, além da produção de baterias para automóveis e acumuladores de energia elétrica. As maiores reservas de galena são encontradas na Alemanha, na Inglaterra, na Espanha e na Austrália, tendo sido essa última a maior produtora mundial nos últimos anos.

Pirita
(FeS_2)

D= 6 - $6\frac{1}{2}$

d= 5,0

Brilho: Metálico

Clivagem: Indistinta

Cor: Amarelo pálido ou escuro quando exposta

Traço: Preto a preto esverdeado



A pirita é o sulfeto mais comum, aparecendo em cristais cúbicos, octaédricos ou dodecaédricos, usualmente geminados com estrias em suas faces. Em cristais cúbicos, as estrias aparecem perpendiculares às faces adjacentes. Apesar de ser conhecida como “ouro de tolo”, seu amarelo é bem mais pálido que o do ouro, só escurecendo quando exposto por algum tempo à atmosfera, além disso, a gravidade específica é bem menor que a do ouro. Outras formas em que a pirita se apresenta são massas granulares e maciças. Quando alterados, cristais de pirita originam hidróxidos de ferro, mantendo o formato do cristal original, resultando em pseudomorfos compostos por limonita que, na verdade, é uma expressão microcristalina da goetita. A origem da pirita está associada a veios hidrotermais ou pode ocorrer por segregação magmática direta, ou ainda em áreas de metamorfismo de contato e em rochas sedimentares, podendo aparecer como segregação secundária em calcários e dolomitos impuros. Os minerais que ocorrem frequentemente associados são a calcopirita, a esfalerita e a galena. O principal uso da pirita está na fabricação do ácido sulfúrico, que é um composto químico essencial para a indústria de fertilizantes, no refino de petróleo e na indústria metalúrgica.

Pirrotita

$(Fe_{1-x}S)^*$

*x variando de 0 a 0,2

D= 4

d= 4,6

Brilho: Metálico

Clivagem: Indistinta

Cor: Marron bronzeado

Traço: Preto



Também conhecida como pirita magnética, a pirrotita aparece usualmente em cristais tabulares, embora ocorra quase sempre em massas granulares ou lamelares. Suas características diagnósticas são sua cor castanho-bronzeada, a natureza maciça e o magnetismo, o que a diferencia da pirita. A pirrotita é um mineral acessório em rochas ígneas máficas, aparecendo comumente associada a pentlandita e a calcopirita e outros sulfetos, podendo ser também encontrada em rochas resultantes de metamorfismo de contato, bem como em pegmatitos. Em alguns casos, minerais de níquel podem aparecer associados, fazendo com que a pirrotita se constitua no minério de níquel mais importante do mundo. Em outros casos, minerais de cobalto também podem aparecer associados. As maiores concentrações de pirrotita ocorrem na Finlândia, Noruega, Suécia e, principalmente, em Sudbury, Canadá, que tem a mais importante reserva de níquel conhecida. Como a pirita, a pirrotita também pode ser utilizada para a fabricação de ácido sulfúrico.

CURIOSIDADE: GALENA



Além de ser muito utilizada pelos antigos egípcios em maquiagens e como repelentes de moscas, a galena possui propriedades semicondutoras, o que fez deste mineral um importante aliado na recepção de ondas de rádio. Assim, no início do século XX, aparelhos de rádios conhecidos como “bigode de gato” tinham como base de sua recepção, cristais de galena. Vale ressaltar que, embora tenha sido utilizada por milênios em cosméticos, encanamentos e até em instrumentos de pesca, o manuseio da galena deve ser cuidadoso, já que, quando alterada, a poeira originada é tóxica, sendo perigosa se inalada.



ÓXIDOS

Dois grupos de óxidos se destacam por sua importância: o primeiro deles é constituído por minerais metálicos que têm uma grande importância econômica e o segundo grupo diz respeito aos que formam pedras preciosas. Entre os minérios metálicos temos a hematita, conhecida como o principal minério de ferro, a magnetita, cassiterita, ilmenita, cromita, wolframita e columbita. Por outro lado, o coríndon e o crisoberilo podem se tornar importantes gemas. Quimicamente os óxidos só possuem dois elementos, um ou mais elementos metálicos ou semimetálicos que ocupam espaços entre átomos de oxigênio.

Cassiterita
(SnO_2)

D= 6 - 7

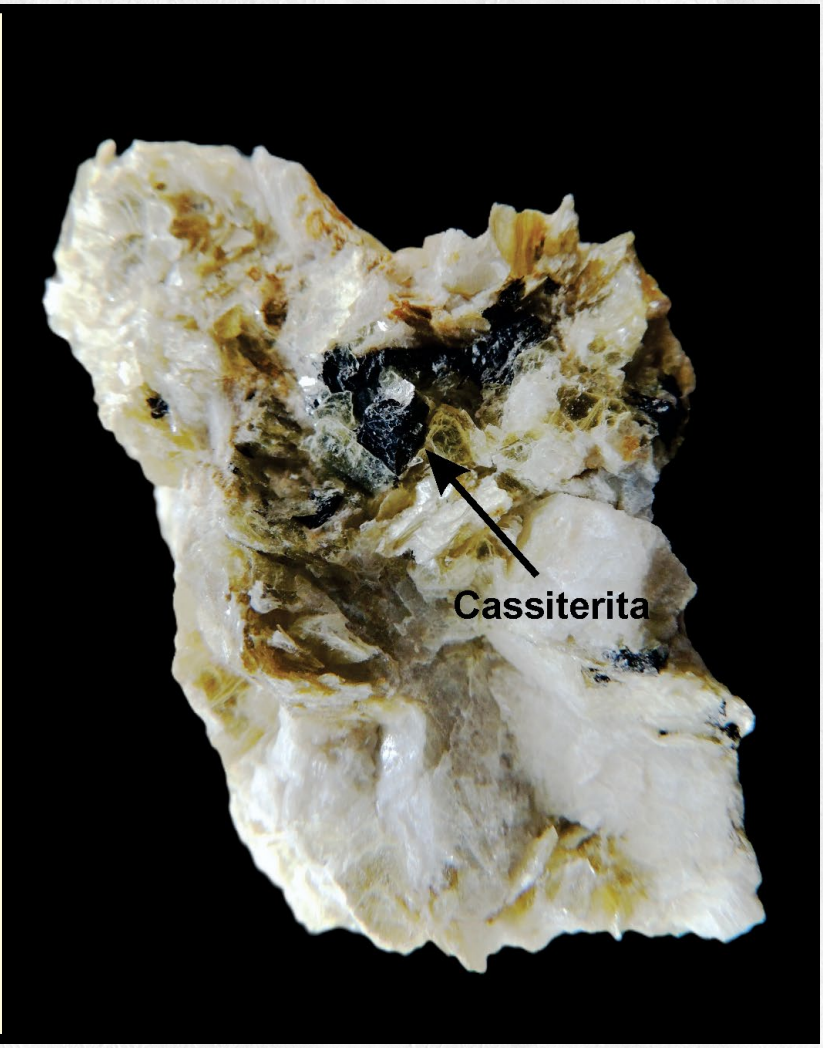
d= 7,0

Brilho: Adamantino a submetálico

Clivagem: Indistinta

Cor: Marron a preto

Traço: Branco a marron



A cassiterita é o principal minério de estanho, encontrada tipicamente em veios de ambientes hidrotermais associados a granito e pegmatitos graníticos. Seu nome vem da palavra grega Kassiteros que significa estanho e seus cristais podem ser bipiramidais prismáticos, comumente geminados, sendo as cores mais comuns marrom a preto, devido a impurezas de ferro. Outras formas de ocorrência são maciças com variedade botrioidais e fibrosas. É comum sua associação com ferberita, topázio, molibdenita, turmalina, fluorita e apatita. Devido à sua alta resistência ao intemperismo e densidade elevada, que são características distintivas desse mineral, a cassiterita pode se concentrar em depósitos de placer (sedimentos areno-cascalhosos) após a erosão das rochas primárias. Como principal fonte de estanho, a cassiterita é utilizada na produção de ligas metálicas, em soldas, além de ser empregada também na fabricação de tintas, fungicidas e plásticos. As maiores reservas conhecidas de cassiterita estão na Holanda, na Bolívia, na Nigéria e na Inglaterra. No Brasil, a exploração ocorre principalmente em garimpos ilegais em terras indígenas, o que tem ocasionado grandes conflitos.

Coríndon
(Al_2O_3)

D= 9

d= 4 - 4,1

Brilho: Adamantino a vítreo

Clivagem: Indistinta

Cor: cinza, rosa, marrom azul, vermelho

Traço: Branco a marron



Duas propriedades físicas ajudam a distinguir o coríndon de outros minerais, a sua elevada dureza e a elevada gravidade específica para um mineral não metálico. Apesar de aparecer em várias cores, as mais desejadas são as cores azul e vermelha, que são conhecidas respectivamente como safira e rubi. Quando transparentes, esses minerais atingem um alto valor de mercado como gemas (pedras preciosas). Os cristais são geralmente prismáticos ou hexagonais com topos piramidais afilados. A origem desse mineral pode estar relacionada a rochas magmáticas aluminosas com feldspatoides, tais como sienitos e rochas metamórficas de médio a alto grau, como micaxisto, gnaisse, podendo estar presentes também em alguns mármores. Outra ocorrência refere-se a microcristais presentes em diques máficos, onde anfibólios, piroxênios e nefelina podem estar associados. Devido à sua resistência química e alta dureza, o coríndon também pode ser encontrado em depósitos aluviais. O principal uso é como gema e, embora possam ser usados como abrasivo, coríndons sintetizados em laboratório têm sido economicamente mais viáveis para essa finalidade. Coríndons com maior valor mercadológico são encontrados na Birmânia, Ceilão, Sião, Índia e Austrália.

Hematita
(Fe_2O_3)

D= 1 - 3 ou $5\frac{1}{2}$ - $6\frac{1}{2}$

d= 5,3

Brilho: Metálico, terroso

Clivagem: Indistinta

Cor: Cinza do aço, preto marrom, vermelho

Traço: Castanho



Conhecida como o principal minério de ferro, com um percentual de 70% desse elemento químico, a hematita pode formar cristais espessos ou tabulares mais finos. Esse mineral é caracterizado pelo seu traço vermelho acastanhado característico e, quando possui brilho metálico intenso (especularita), possui alta dureza (até 6,5). Por outro lado, a hematita terrosa tem baixa dureza, estando entre 1 e 3. A especularita é muito utilizada para a fabricação do aço e é comum a ocorrência de feições triangulares em sua face principal, enquanto que a hematita terrosa, que pode aparecer como massas granulares ou botrioidais, é mais utilizada para a fabricação de pigmentos. A origem da hematita está associada a rochas sedimentares e metamórficas e, nesse último caso, se torna uma importante fonte de ferro em acumulações conhecidas como formação ferrífera bandada. A hematita também pode ocorrer associada a ambientes vulcânicos e em rochas metamorfizadas por contato. Grande parte das concreções ferruginosas e outras acumulações resultantes do manto de intemperismo são concentrações de hematita, quando vermelhas, e de goetita, quando amarelas.

Magnetita
(Fe_3O_4)

D= 6

d= 5,2

Brilho: Metálico

Clivagem: Indistinta

Cor: Cinza escuro a preto

Traço: Preto



A magnetita ocorre comumente em cristais octaédricos, mas também em maciços granulares e mais raramente em cristais dodecaédricos. O nome do mineral é em homenagem ao pastor grego Magnes que notou que os pregos de seus sapatos se prendiam ao pisar na rocha com esse mineral. Podendo ser confundida com a hematita, a magnetita vai se diferenciar pelo seu maior magnetismo, sua dureza e o traço preto. A magnetita se forma como mineral acessório tanto em rochas ígneas ricas em minerais ferromagnesianos, como o peridotito e o gabro, quanto metamórficas, mas sempre a elevadas temperaturas. Outras ocorrências comuns da magnetita são a associação em depósitos arenosos com a ilmenita, rutilo e monazita em depósitos conhecidos como areias monazíticas, em veios hidrotermais sulfetados ou, ainda, em formações ferríferas bandadas. A magnetita é um importante minério de ferro e, por isso mesmo, muito utilizada na indústria siderúrgica, principalmente na fabricação do aço, e como catalisador em processos industriais, ou ainda como pigmento na fabricação de cerâmicas e tintas.

Rutilo
(TiO_2)

D= 6 - $6\frac{1}{2}$

d= 4,2

Brilho: Adamantino a submetálico

Clivagem: Uma direção

Cor: Marrom avermelhado a preto, amarelo

Traço: Marron claro



O rutilo costuma formar cristais prismáticos alongados, comumente com terminações bipiramidais, com faces estriadas, em cores que variam do vermelho ao marrom-escuro, aparecendo frequentemente geminados. Outra ocorrência comum do rutilo é sob a forma de cristais com hábito acicular (forma de agulhas) em cor amarela dentro de cristais de quartzo ou associada a outros óxidos como a hematita. Essas características, juntamente com o brilho adamantino, diferenciam o rutilo de outros minerais. Dentre as rochas hospedeiras do rutilo estão os granitos, pegmatitos, gnaisses, xistos e mármores, ou ainda os veios resultantes de hidrotermalismo. O rutilo também pode estar presente nas areias monazíticas, associado à magnetita, zircão e outros minerais pesados. Os países onde o rutilo ocorre como minério de titânio são Noruega, França, Suíça e Estados Unidos. O titânio derivado do rutilo é usado como pigmento em refratários e o mineral pulverizado pode ser utilizado como pigmento em tintas e porcelanas e na indústria de papel, além de células solares, por suas propriedades semicondutoras.

CURIOSIDADE: MAGNETITA



Durante o resfriamento do magma ou a deposição de sedimentos, os pequenos cristais de magnetita se orientam de acordo com a direção do campo magnético terrestre, funcionando assim como “bússolas naturais”. Esse registro fica preservado na rocha ao longo do tempo geológico e pode ser analisado por meio do paleomagnetismo. A partir desses dados, os cientistas conseguem reconstruir a movimentação das placas tectônicas, identificar inversões do campo magnético terrestre e compreender a evolução geodinâmica do planeta.

Uma outra curiosidade é que estruturas ricas em ferro foram descritas no bico de pombos-correio, galinhas e diversas espécies de aves migratórias, sendo interpretadas como magnetorreceptores. Assim, esses animais utilizam cristais microscópicos de magnetita para se orientar a partir do campo magnético da Terra, auxiliando na navegação.



HALETOS

Os haletos constituem um grupo mineral que se destaca pela combinação de elementos halogênios (ex.: flúor, iodo e cloro) com metais (ex.: cálcio, sódio e prata). No uso diário, destacam-se ao serem utilizados como sal de cozinha, fundentes na metalurgia, indústria química e fertilizantes agrícolas. Alguns dos seus representantes são halita, silvita e fluorita, podendo este último ser fluorescente. A formação de haletos está frequentemente associada a processos de evaporação em ambientes marinhos ou lagos salgados (ex.: carnalita e halita).

Fluorita
(CaF_2)

D= 4

d= 3,0 - 3,3

Brilho: vítreo

Clivagem: Perfeita octaedral

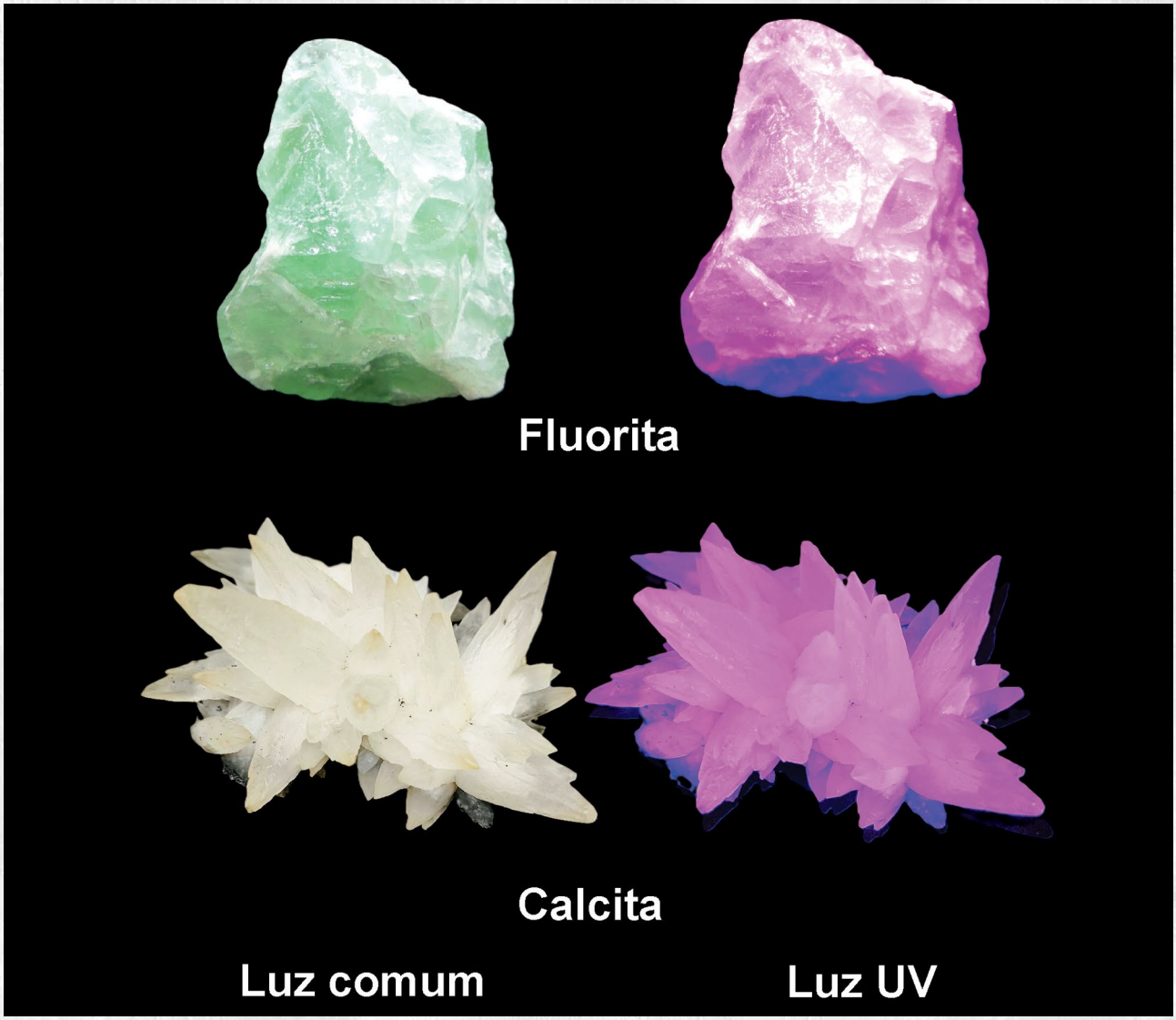
Cor: Incolor, amarelo, verde, azul, púrpura

Traço: Branco



A Fluorita é um mineral cujos cristais se apresentam normalmente com hábitos cúbicos e, comumente, geminados, podendo também aparecer maciça, granular e colunar. As principais características da fluorita são sua dureza 4 e clivagem em quatro direções, que fazem com que as mesmas se quebrem em octaedros. Algumas apresentam fluorescência. É um mineral comum, sendo encontrado em veios hidrotermais, por vezes associado a minérios de metais; em cavidades de dolomitos e calcários e, ocasionalmente, como mineral de menor importância em rochas magmáticas e pegmatitos. A fluorita é a principal fonte comercial do elemento flúor. No meio do século XX, a descoberta da importância do flúor na saúde bucal levou à fluoretação do abastecimento de água em várias partes do mundo. Atualmente, seus principais usos metalúrgicos são na fabricação do aço, como fluidificante de escórias, fabricação do alumínio, fundição de ligas especiais, fundição de zinco e magnésio. Na indústria química, o uso mais tradicional é a obtenção do flúor elementar, fluoretos inorgânicos e ácido fluorídrico (HF), com os quais se obtêm outros compostos úteis, como no refino do petróleo e na produção de alumínio. Também se usa na manufatura de vidros, de fibra de vidro, de cerâmica e de esmaltação. Às vezes na ornamentação de vasos e pratos e, em menor medida, para lentes e prismas de aparelhos óticos.

CURIOSIDADE: FLUORESCÊNCIA



O termo fluorescência foi criado a partir da fluorita, que foi o primeiro mineral a mostrar essa propriedade. A fluorescência ocorre quando a luz ultravioleta (UV) excita os elétrons presentes no mineral, que absorvem essa energia e reemitem luz visível em comprimentos de onda maiores.

A figura mostra dois minerais diferentes sob duas luzes distintas. A primeira é a luz visível, na qual a fluorita aparece verde e a calcita branca. Já sob a luz ultravioleta, os minerais assumem tonalidades de um rosa bem intenso.

Vale ressaltar que nem todas as amostras de fluorita e calcita apresentam essa propriedade e que diversos outros minerais também podem apresentar fluorescência sob luz UV, dependendo do comprimento de onda utilizado.



Também conhecida como sal comum, a halita é um mineral usualmente incolor, embora possa apresentar-se branco ou ainda em tons de amarelo, laranja ou rosa devido a impurezas de ferro. O processo de formação da halita está associado à evaporação de mares e lagos salinos (evaporitos). Os cristais apresentam hábito cúbico, podendo aparecer em massas cristalinas granulares com clivagem cúbica em três direções. Seu nome vem do grego halos, que significa sal. Desde as primeiras civilizações, o sal extraído da halita era essencial para conservação de alimentos e como tempero. Na Idade Média, seu valor econômico era tão valorizado que se tornou objeto de trocas comerciais e guerras. Durante o antigo Império Romano, houve taxação desse mineral, os governos controlavam e cobravam impostos sobre seu comércio, e era também utilizado como pagamento de soldados (daí a origem do termo “salário”). No século XIX e no início do XX, a halita foi aplicada a processos industriais, como na produção de soda cáustica, por exemplo. Atualmente, é amplamente utilizada em compostos químicos, como, por exemplo, na produção de ácido clorídrico, sendo também a principal fonte de sal de cozinha, além de ser utilizada na fabricação de sabões e detergentes.

Silvita
(KCl)



D= $2\frac{1}{2}$

d= 2,0

Brilho: vítreo

Clivagem: Perfeita cúbica

Cor: Incolor, amarelo, vermelho, púrpura

Traço: Branco

A silvita ocorre comumente em massas granulares, embora seja comum em cristais cúbicos e octaedros, encontrada normalmente em tonalidades que variam do rosa claro, amarelo, violeta até o vermelho ou marrom, mas também incolor ou branca. Sendo um sal, dissolve facilmente quando imerso na água. Esse mineral ocorre principalmente em rochas sedimentares químicas, quando a evaporação da água em mares restritos e lagos salinos propicia a precipitação de sais (evaporitos), porém, pode ocorrer também associada a fumarolas vulcânicas, onde foi identificada pela primeira vez no Monte Vesúvio, em 1823. A silvita é o mineral industrial com a maior percentagem de potássio (cerca de 52,5%), elemento essencial para o crescimento vegetal. Devido à riqueza em potássio e sua fácil dissolução, a silvita é muito utilizada como fonte de potássio para fertilizantes, sendo um mineral de grande importância para a agricultura. Aos evaporitos compostos por uma mistura de halita e silvita, dá-se o nome de silvinita. Além da halita, outros minerais que podem aparecer associados à silvita são, carnalita, anidrita e gipsita.

CURIOSIDADE: HALITA



A halita desempenhou importante papel desde as antigas civilizações, sendo amplamente utilizada em comunidades agrícolas como suplemento para animais, na antiga China e no Império Romano, onde impostos foram estabelecidos sobre sua comercialização. Por ser a fonte do sal de cozinha, é um mineral em que o “sabor” pode ser utilizado para sua identificação. Quem hoje tem a comodidade de ter sal para temperar os alimentos não faz ideia da importância que o mineral halita teve ao longo do tempo, sendo inclusive motivo de guerras, no estabelecimento das sociedades humanas.



HIDRÓXIDOS

Os hidróxidos são minerais definidos pela presença da hidroxila (OH-) ligada a elementos metálicos, como o Fe e o Mn, sendo formados comumente por intemperismo de óxidos primários. Apresentam-se normalmente maciços, terrosos ou com hábito botrioidal. Os hidróxidos normalmente são menos densos que os óxidos e podem constituir importantes minérios, como a goetita, que é um importante minério de ferro, e a psilomelana, que é o mais importante minério de manganês. Além disso, a bauxita, que é um composto mineral, é um importante minério de alumínio.

Goetita
(FeO(OH)



D= 5 - 6

d= 4,3

Brilho: Metálico a adamantino

Clivagem: Perfeita

Cor: Marrom amarelado a preto

Traço: Marrom amarelado

O termo goetita (também grafado como goethita) é uma homenagem a Goethe, brilhante poeta alemão. A goetita é um importante minério de ferro e pode se apresentar maciça ou com hábito estalactítico, acicular ou ainda botrioidal coberto por pequenos cristais radiados e fibrosos. Tanto a cor quanto o traço podem variar de amarelo, quando em avançado estado de alteração, ao marrom-escuro. Em ambientes ricos em minerais de ferro, como a pirita, magnetita e siderita, quando altamente oxidados, é muito comum encontrar goetita, principalmente em solos residuais lateríticos. Algumas propriedades físicas da goetita podem variar com as impurezas e o nível de alteração. Por exemplo, a gravidade específica pode ser reduzida e o brilho pode variar do adamantino ao fosco. A goetita se forma principalmente como produto do intemperismo de minerais ricos em ferro, podendo formar mantos lateríticos que adquirem tonalidades amareladas. Em áreas pantanosas ricas em ferro, a ação de bactérias chamadas “bactérias ferruginosas” ajuda a formar camadas de goetita impura no fundo de pântanos. No Brasil, importantes reservas de goetita estão no Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais) e em Carajás (Pará).

Limonita

($FeO(OH)_{\bullet n}H_2O$)

D= 1 - 3 ou 5 - 6

d= 3,6 - 4

Brilho: Metálico ou fosco

Clivagem: Ausente

Cor: Marron escuro a preto

Traço: Marrom amarelado



A limonita possui caráter predominantemente amorfo, embora possa ocorrer com baixa cristalinidade e, em essência, não se configura como um mineral, mas como uma mistura de óxidos hidratados de ferro, principalmente a goetita criptocristalina. Traços de hematita, minerais de argila e óxidos de manganês também podem estar presentes na limonita. Diferente da goetita, a limonita não possui clivagem distinta e costuma ter brilho de submetálico a vítreo, embora as demais propriedades físicas sejam semelhantes. A limonita é de origem secundária, produto da alteração de outros minerais ferruginosos como pirita e siderita, através da oxidação. É comum encontrar a limonita em cubos, resultantes da alteração de pirita, caracterizando-se como um pseudomorfo, ou seja, exibe um hábito que não é originalmente seu, mantendo a aparência externa do mineral que a originou. Limonita e goetita costumam dar cor amarelada a solos argilosos, produzindo o que é conhecido como ocre amarelo. A limonita pode ser usada como pigmento para tintas e revestimentos, como fonte de óxido de ferro na produção de cimentos e como condicionador de solos, já que tem a capacidade de neutralizar a acidez, além de fornecer alguns elementos para o solo como ferro e magnésio.

Psilomelana ($H_4R_2Mn_2O_{20}$)*
*R: Ba, Mn, Mg, Ca, Ni, Co, Cu (Ba predomina)



D= 5 - 6

d= 3,7 - 4,7

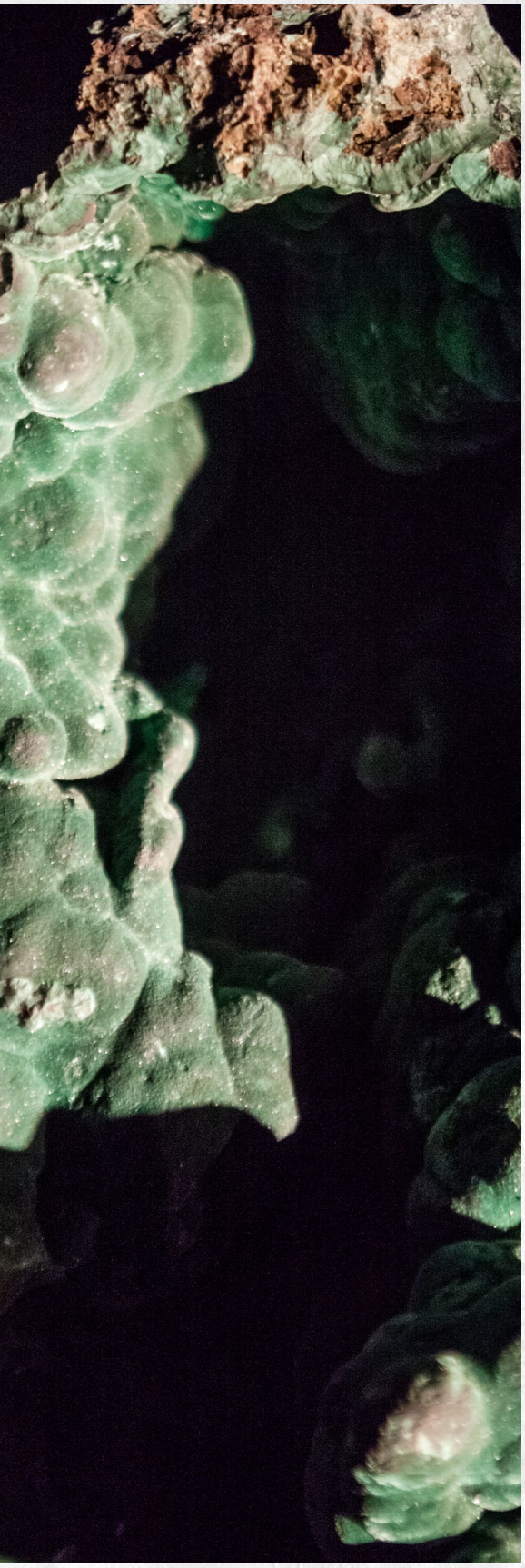
Brilho: Metálico ou fosco

Clivagem: Ausente

Cor: Preto

Traço: Preto amarronzado

Frequentemente com hábito botrioidal e estalactítico, mas também maciço, a psilomelana (ou psilomelano) representa, na verdade, um grupo de minerais que se constitui em minério de manganês e de bário. A psilomelana é distinguida de outros óxidos por apresentar-se predominantemente com hábito botrioidal a estalactítico, sem formar cristais, além do traço preto. Esse mineral ocorre comumente associado à pirolusita. A psilomelana se forma como produto de alteração de outros minerais de manganês, presentes em rochas cristalinas, que são transportados como coloides em ambientes aquosos, sendo precipitados em ambientes de baixa energia, como mares restritos, lagos e pântanos. Como fonte de manganês, a psilomelana é utilizada na produção de aço, já que o manganês aumenta a resistência e durabilidade dessa liga metálica, tornando-o um importante elemento na fabricação de ferrovias e máquinas. Outros usos incluem a fabricação de baterias, vidros e refratários, tintas, fertilizantes e fungicidas. Grandes reservas de psilomelana são encontradas nos Estados Unidos, na Austrália, na Inglaterra, na Índia, na África do Sul e no Brasil.



CARBONATOS

Existem cerca de oitenta carbonatos conhecidos, os mais comuns são a calcita, a dolomita e a magnesita. Os carbonatos constituem um importante grupo de minerais e são formados quando o íon carbonato (CO3)-3 ocorre associado a um ou mais íons positivos. A ocorrência de carbonatos é mais comum em rochas sedimentares e metamórficas, como calcários e mármores, onde calcita e dolomita são os minerais predominantes. Outros minerais podem ser formados em zonas oxidadas e veios hidrotermais, formando minérios de elementos metálicos como a malaquita, minério de cobre, e a siderita, minério de ferro. Ambientes ricos em cavernas e dolinas, se formam mais comumente onde rochas compostas por minerais carbonáticos estão presentes.

Aragonita
($CaCO_3$)

D= $3\frac{1}{2}$ - 4

d= 2,9

Brilho: vítreo

Clivagem: Distinta imperfeita

Cor: Incolor, amarelo, vermelho, marrom

Traço: Branco



Apesar de ter a mesma composição química da calcita, os cristais de aragonita podem se apresentar prismáticos, formando agregados colunares que se dispõem radialmente, com hábito acicular ou ainda compondo a carapaça de moluscos marinhos. Outros formatos incluem agregados reniformes, estalactíticos e colunares. Os cristais têm brilho vítreo e podem aparecer em diferentes tonalidades: incolor, branco, cinza, amarelo, rosa, marrom. A única semelhança com a calcita é a efervescência em ácido clorídrico a frio, já que, além da diferença na forma dos cristais, a aragonita possui dureza maior e se quebra em formatos distintos. A aragonita pode ser originada a partir de fontes termais, em cavernas e também pode se cristalizar associada a evaporitos de gipso e depósitos de minério de ferro, podendo preencher também os vazios formados durante a solidificação do basalto. Sendo menos comum que a calcita, alguns usos como a produção de cimentos e a correção de solos ácidos são semelhantes. Cristais de aragonita são muito apreciados por colecionadores e esse mineral também pode ser utilizado como substrato de aquários para manutenção do pH alcalino. O nome aragonita vem de Aragon, na Espanha, onde o mineral foi primeiramente identificado.

Calcita
($CaCO_3$)

D= 3

d= 2,7

Brilho: vítreo

Clivagem: Perfeita Romboedral

Cor: Incolor, branco, laranja, marrom

Traço: Branco



A calcita é um mineral que se caracteriza por sua clivagem romboédrica (as faces se encontram a 75°) perfeita em três direções, dureza 3,0 e pronta efervescência no ácido clorídrico frio, o que a diferencia da dolomita. É um mineral comum em rochas sedimentares químicas e metamórficas, como calcários e mármores, respectivamente, ocorrendo também em rochas ígneas carbonáticas (carbonatitos) e veios hidrotermais. Normalmente, nas grutas de calcário, as estalagmites e estalactites são compostas de calcita. O uso da calcita remonta à pré-história, tanto como ferramentas primitivas quanto na construção de abrigos. No Antigo Egito, foi empregada em construções monumentais, como as Pirâmides de Gizé (revestidas com calcário branco polido). Na Idade Média, a calcita foi usada na fabricação de cal para argamassa, essencial na construção de castelos e catedrais. Atualmente, é muito utilizada como pedra decorativa e em instrumentos óticos (quando límpida e incolor); quando encontrada sob a forma de cristais transparentes e de boa visualização, apresenta dupla refração. Dentre as diversas aplicações, destaca-se, na construção civil, a fabricação de cimentos, cal e argamassa, além do uso em insumos agrícolas, como fonte de cálcio, e na correção do pH de solos ácidos.

Dolomita
($CaMg(CO_3)_2$)

D= $3\frac{1}{2}$ - 4

d= 2,8 - 2,9

Brilho: vítreo

Clivagem: Perfeita romboedral

Cor: Incolor, branco, amarelo, marrom

Traço: Branco



A dolomita possui características muito semelhantes à calcita e se diferencia desta pela sua dureza um pouco mais alta e pelo fato de não efervescer ao ácido clorídrico, exceto se pulverizada (transformada em pó). É um mineral predominante de rochas sedimentares e metamórficas, como dolomitos e mármores dolomíticos, respectivamente, podendo ocorrer também em rochas ígneas carbonáticas (carbonatitos) e veios hidrotermais, onde aparece associado a minérios de chumbo, zinco e cobre. Normalmente, tem origem secundária, formado pela substituição do Ca por Mg na calcita. O uso da dolomita remonta à construção de antigas cidades romanas, em blocos que constituíam grandes templos. Atualmente, a dolomita é comumente empregada como pedra ornamental, em agregados de concreto e na obtenção do magnésio utilizado na fabricação de refratários. Outros usos incluem a correção de solos ácidos e, em algumas situações, calcários dolomíticos podem constituir importantes reservatórios de petróleo.

Magnesita
($MgCO_3$)

D= $3\frac{1}{2}$ - 5

d= 3,0

Brilho: vítreo

Clivagem: Perfeita romboedral

Cor: Incolor, branco, rosa amarelo, marrom

Traço: Branco



Sendo uma importante fonte de magnésio, grande parte da magnesita é encontrada em massas brancas e terrosas, raramente formando cristais. Quando o ferro substitui parte do magnésio, esse mineral adquire tonalidades rosadas a amarronzadas, como é o caso das magnesitas encontradas no Estado da Bahia. Suas feições diagnósticas são a gravidade específica maior que a calcita e a dolomita, e a efervescência no ácido clorídrico aquecido, o que a diferencia da calcita, além da dureza um pouco maior que os outros dois minerais citados. A magnesita é um mineral comumente formado em ambientes hidrotermais associados a rochas ígneas e metamórficas, podendo estar presente como mineral primário em calcários e em micaxistos cloríticos, além de preencher cavidades em rochas vulcânicas. Esse mineral pode resultar também da alteração de peridotitos, que são rochas ígneas, ricas em minerais ferromagnesianos. Atualmente, o principal uso da magnesita é para a obtenção de óxido de magnésio, utilizado em insumos farmacêuticos, ou ainda como material refratário, na fabricação de fertilizantes, bem como em ligas associadas ao alumínio, zinco e manganês, utilizadas na fabricação de aviões, automóveis e eletrodomésticos.

Malaquita
($Cu_2CO_3(OH)_2$)

D= $3\frac{1}{2}$ - 4

d= 3,9 - 4,0

Brilho: vítreo, sedoso, fosco, adamantino

Clivagem: Perfeita, mas raramente observada

Cor: Verde

Traço: Branco



A malaquita é um carbonato de cobre hidratado, caracterizado por sua cor em tons esverdeados, possuindo forma maciça, botrioidal, estalactítica ou ainda aparecendo como agregados fibrosos e, mais raramente, em cristais finos e prismáticos. Além dessas características, a malaquita efervesce em ácido clorídrico, o que a distingue de outros minerais de cobre com cores esverdeadas. Historicamente, o uso da malaquita remonta ao antigo Egito por volta de 3.000 a.C., onde era usada como pigmento para maquiagem, como amuleto e em objetos de decoração. A malaquita ocorre como mineral secundário nas zonas alteradas por oxidação de sulfetos de cobre, como a calcopirita e a bornita, frequentemente associada a outros minerais, como azurita, cuprita, crisocola e o cobre nativo. A malaquita também pode ser originada em ambientes hidrotermais e em veios de cobre associados a calcários. Além de minério de cobre, os usos da malaquita como pedra ornamental, pigmento, em eletrônicos e em joias são muito comuns. As principais reservas de malaquita ocorrem na República Democrática do Congo, na Zâmbia e na Rússia, com expressivas reservas nos Montes Urais. Outras importantes reservas estão no Chile, na Austrália, na Namíbia e nos Estados Unidos.

Siderita
($FeCO_3$)

D= $3\frac{1}{2}$ - 4

d= 3,9

Brilho: vítreo

Clivagem: Perfeita romboedral

Cor: Marrom

Traço: Branco



Assim como a calcita, tanto a forma do cristal quanto a clivagem da siderita são romboédricas. De outro modo, a presença de ferro na siderita faz com que esse mineral se diferencie da calcita e de outros carbonatos por sua maior gravidade específica, sua cor amarronzada, além de se tornar magnética quando aquecida. Adicionalmente, a siderita não efervesce em ácido clorídrico a frio, embora efervesça em ácido quente. A siderita é um minério de ferro e pode ser encontrada em veios hidrotermais, onde forma cristais bem desenvolvidos ou, mais comumente, associada às rochas sedimentares argilosas impuras, podendo formar concreções e agregados granulares. Outras ocorrências incluem formações ferríferas metamórficas, além de alguns pegmatitos e de veios associados a minerais metálicos como prata, pirita, calcopirita e galena. Algumas das maiores reservas encontram-se na Escócia, nos Estados Unidos e na Áustria. Devido ao seu alto teor em ferro, a siderita é um importante minério desse elemento químico, muito utilizado na fabricação do aço de alta qualidade. A siderita também pode ser utilizada como pigmento e como refratário na construção de fornos industriais.

CURIOSIDADE: CALCITA



A calcita é um mineral que pode se originar de forma inorgânica por precipitação química, ou ter origem bioquímica, ou seja, produzida por organismos marinhos, compondo conchas e esqueletos de moluscos e corais, por exemplo. O acúmulo de minerais carbonáticos como a calcita nos mares e oceanos podem registrar variações climáticas e mudanças paleoambientais que ocorreram ao longo de milhões e até bilhões de anos na história da Terra. Esse registro pode ser obtido pelo estudo de isótopos de carbono e oxigênio presentes nesse mineral, permitindo aos cientistas reconstruir variações de temperatura, oxigenação da atmosfera e oceanos primitivos.



SULFATOS

Apesar da grande variedade de minerais pertencerem a classe dos sulfatos, poucos são comuns, como a gipsita e a barita. Os sulfatos são minerais que comumente possuem baixa dureza e podem ter suas origens ligadas a processos evaporíticos, como a anidrita, a gipsita e a celestita ou formadas por processos hidrotermais associados a minérios metálicos, como a barita que pode estar associada a minérios de prata, cobre e zinco. Dentre os sulfatos, a barita e a celestita se destacam por suas altas densidades. Já a gipsita se destaca pelo seu uso desde as civilizações egípcias e romanas, bem como pelo seu uso contemporâneo na construção civil.

Anidrita
($CaSO_4$)

D= 3 - $3\frac{1}{2}$

d= 3,0

Brilho: vítreo a perláceo

Clivagem: Boa em três direções

Cor: Branco ou tons de cinza, rosa, azul

Traço: Branco



A anidrita é um sulfato de cálcio que normalmente ocorre em massas cristalinas, granulares, fibrosas e maciças. Seu nome vem da palavra grega anidro, que significa “sem água” e, apesar de ser menos comum que a gipsita, a anidrita também se constitui em um importante mineral formador de rochas, principalmente em depósitos evaporíticos, associada à halita e à gipsita, que é um sulfato de cálcio hidratado. É comum encontrar a anidrita em rochas que recobrem domos de sal, que atuam como reservatórios naturais de óleo. Também pode ocorrer em fumarolas vulcânicas e nas “chaminés” hidrotermais do fundo do mar. Descoberta em 1804 por Werner, a anidrita possui diversas aplicações, como na agricultura, onde é utilizada como fertilizante e como corretivo de solo; na indústria, onde é utilizada como agente secante de tintas e vernizes; na indústria de papel, sendo utilizada como enchimento para melhorar a qualidade do papel; e na construção civil, onde é usada em cimentos e na construção de pisos com alta resistência mecânica, podendo substituir o cimento.

Barita
($BaSO_4$)

D= 3 - $3\frac{1}{2}$

d= 4,5

Brilho: vítreo a perláceo

Clivagem: Perfeita em duas direções

Cor: Branco, azul e tons de amarelo, vermelho

Traço: Branco



A barita é um mineral caracterizado principalmente pela sua elevada gravidade específica em relação aos demais sulfatos e isso ocorre por conta da presença do bário, cujo nome tem origem no grego barus, que significa “pesado”. Outras propriedades diagnósticas incluem sua clivagem em duas direções e a forma dos cristais. Normalmente ocorre sob a forma de cristais bem desenvolvidos, tabulares finos a espessos ou prismáticos alongados, muitas vezes formando losangos. Ocorre geralmente em veios metálicos hidrotermais associados especialmente a minérios de prata, chumbo e cobre. A barita é encontrada em veios imersos em calcários com calcita, ou como massas residuais em argilas sobrepostas a calcários. Em alguns lugares atua como um cimento em arenitos. Esse mineral também ocorre associado a veios de chumbo e de zinco. A Barita é a principal fonte de bário para a produção de substâncias químicas utilizadas na fabricação de cosméticos, papel e tecidos, como pigmento e carga em tintas e em argamassas protetivas nos laboratórios de radiologia. Seu principal uso, no entanto, é na indústria do petróleo, aplicada ao ajuste da densidade da lama de perfuração de poços.

Gipsita
($CaSO_4 \cdot 2H_2O$)

D= 2

d= 2,3

Brilho: Vítreo a sedoso

Clivagem: Perfeita em três direções

Cor: Incolor, branco, e tons variados

Traço: Branco



A gipsita é um sulfato de cálcio muito comum, encontrado em diversos formatos, sendo mais comumente maciça ou como cristais aciculares, prismáticos, tabulares e fibrosos. Uma das variações mais famosas é a chamada Rosa do Deserto, formada por cristais lenticulares de grande beleza que lembram pétalas de flor, com gênese em ambientes áridos. Outra variação comum é a selenita, que é a gipsita incolor e normalmente transparente. Cristais de selenita foram encontrados na Caverna das Espadas, no México, com até onze metros de comprimento. Suas principais propriedades diagnósticas são a sua baixa dureza (podendo ser riscada com a unha) e brilho sedoso. A gipsita é encontrada em rochas sedimentares (principalmente evaporitos), associadas a domos de sal e a rochas carbonáticas calcárias e dolomíticas. Historicamente a gipsita in natura foi utilizada pelas civilizações egípcia e romana em moldes artísticos e na construção, já na Europa no século XVIII era utilizada como corretivo de solos. Atualmente, a gipsita é utilizada para fabricar gesso, usado tanto na construção civil como na medicina e odontologia, além de ser usada como fertilizante e em moldes para esculturas artísticas.



FOSFATOS

Os fosfatos contêm fósforo (P) e oxigênio (O) em proporção de 1:4 (PO4)-3. De um modo geral, os fosfatos possuem dureza baixa e formam minerais de brilho não metálico. Dos minerais pertencentes a este grupo, apenas a apatita é amplamente encontrada, inclusive na Bahia. Os demais são minerais acessórios e alguns são raros, como a brasilianita que tem uma cor verde amarelada e é muito apreciada pela sua beleza e a lazulita. O principal uso dos fosfatos é na agricultura, já que o fósforo se constitui em um importante nutriente do solo. Outros usos incluem a indústria farmacêutica e a medicina. A brasilianita recebeu esse nome por ter sido descoberta no Brasil, embora ocorram outras jazidas em países da Europa, Oceania e América do Norte.

Apatita
$(Ca_5(PO_4)_3(F,Cl)$

D= 5

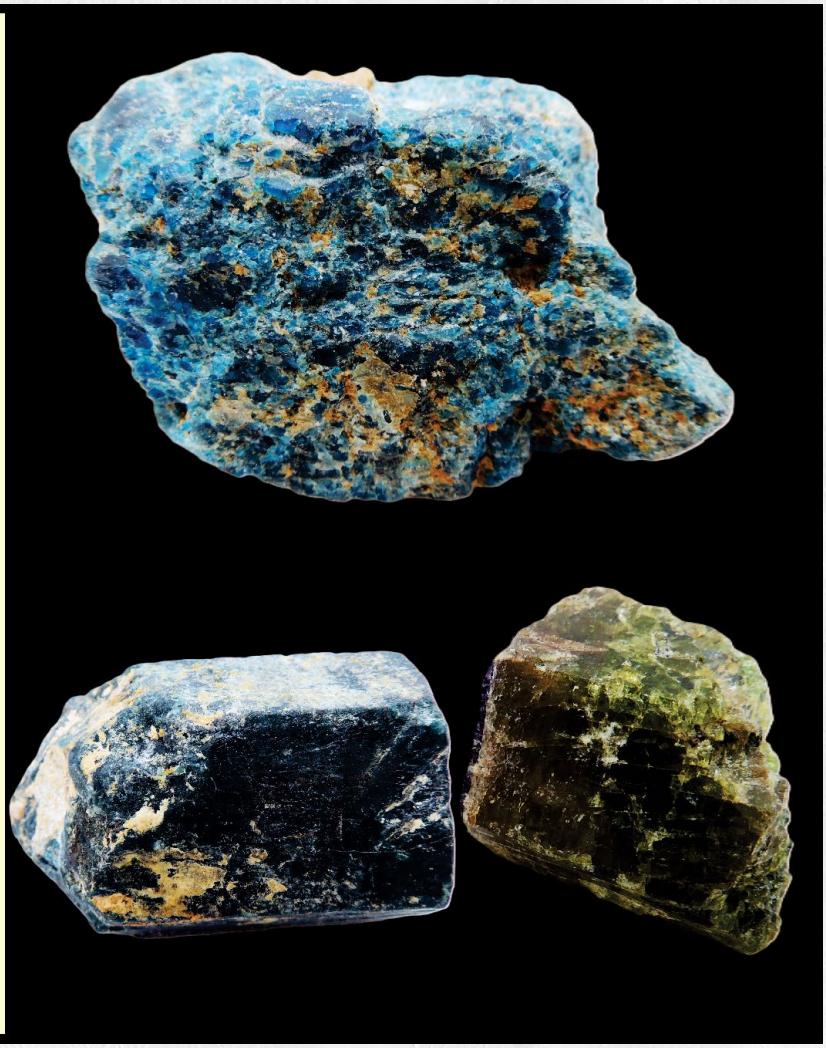
d= 3,1 - 3,2

Brilho: vítreo a ceroso

Clivagem: Má (pobre) na direção basal

Cor: Verde, azul, marrom incolor, púrpura

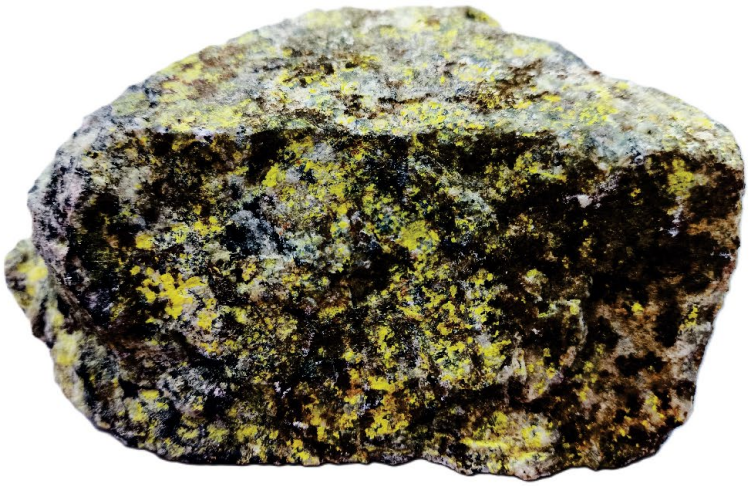
Traço: Branco



A apatita é geralmente encontrada em cristais colunares e prismáticos, com terminações piramidais ou em massas granulares e compactas. Seu nome tem origem grega que significa “enganar” e foi dado por AG Werner por volta de 1780, pois, segundo ele, a apatita era confundida com berilo, olivina e até ametista. O que diferencia a apatita do berilo é a terminação piramidal de seu cristal, além de sua menor dureza. A apatita pode ser encontrada tanto em rochas ígneas quanto sedimentares e metamórficas, sendo mais comum em rochas alcalinas, além de estar presente como mineral acessório em pegmatitos e veios hidrotermais. É também um dos poucos minerais produzidos e utilizados por sistemas biológicos. A hidroxiapatita, por exemplo, é o principal componente do esmalte dentário. Historicamente, a apatita tem sido utilizada em fertilizantes, devido à sua alta concentração de fósforo, elemento que atua como nutriente essencial para as plantas. Tal utilização ocorre até os dias atuais, sendo a apatita uma fonte importante para a fabricação de fertilizantes fosfatados, especialmente na forma de fosfato de cálcio, tornando esse mineral fundamental para a agricultura.

Autunita

$Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \bullet 10\text{-}12H_2O$



D= 2 - $2\frac{1}{2}$

d= 3,1 - 3,2

Brilho: vítreo a perláceo

Clivagem: Perfeita basal

Cor: Amarelo limão a esverdeado

Traço: Amarelo pálido

A autunita é um fosfato de cálcio e urânio, de cor verde amarelada que fluoresce sob a luz ultravioleta e foi batizada com esse nome por ter sido encontrada pela primeira vez em Autun, na França. Mais comumente encontrada como finas crostas escamosas, como é o caso do exemplar mostrado na foto, seus cristais, quando presentes, possuem contornos retangulares ou octogonais. A autunita é formada em zonas de oxidação como produto de alteração da uraninita e de outros minerais que contenham urânio, fazendo com que o seu armazenamento e manuseio devam ser sempre cuidadosos, por conta da radiação. Rochas ígneas graníticas e pegmatíticas alteradas, bem como gnaisses fraturados podem conter este mineral, que ocorre associado a outros minerais de urânio, além dos minerais que tipicamente compõem os granitos. No Brasil, a autunita ocorre em São Geraldo do Baixio, Minas Gerais.

Brasilianita
($NaAl_3(PO_4)_2(OH)_4$)

D= $5\frac{1}{2}$

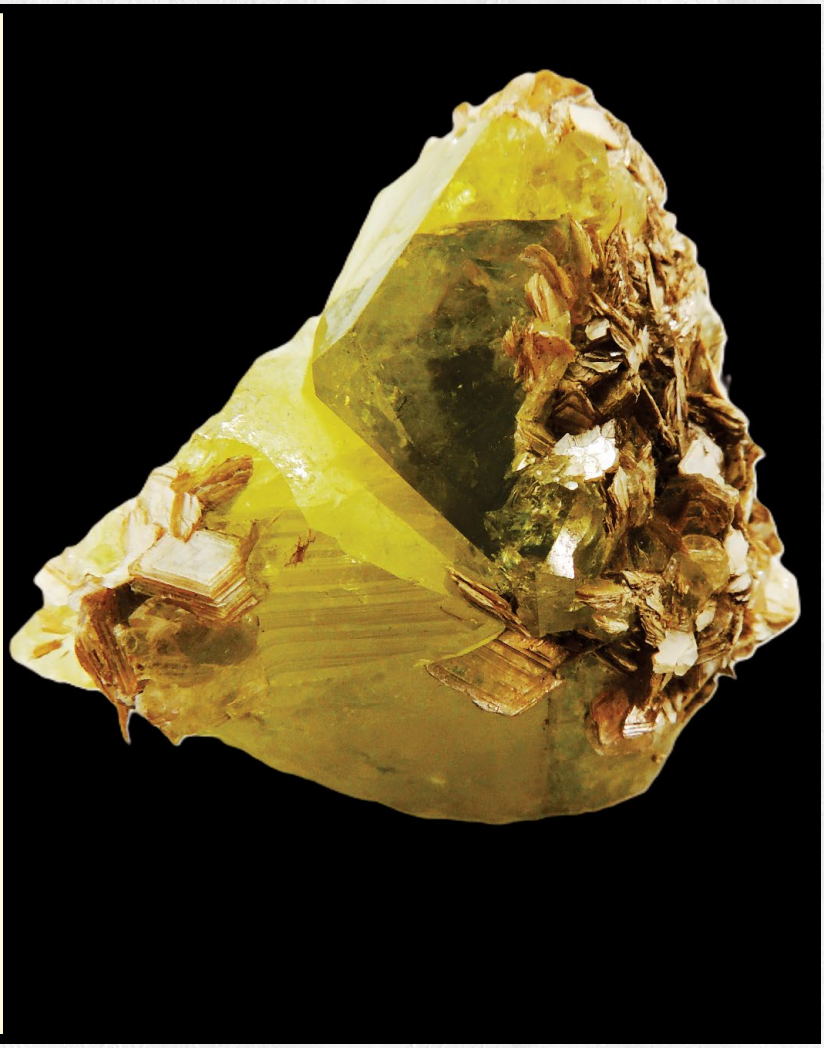
d= 2,98

Brilho: vítreo

Clivagem: Boa em uma direção

Cor: Verde amarelado

Traço: Branco



A brasilianita é um mineral considerado raro, que pode ser encontrado em alguns pegmatitos graníticos, associado a albita, moscovita, quartzo, mas também a outros minerais, como turmalina, biotita e feldspato. A sua cor verde a verde amarelada, a diafaneidade transparente a translúcida e o seu brilho vítreo intenso fornecem uma beleza peculiar a esse mineral, tornando a brasilianita um mineral bastante apreciado por colecionadores, podendo ser utilizada como pedra preciosa ou como adorno. Outra característica distintiva é o pleocroísmo, ou seja, exibe cores diferentes quando observada em diferentes ângulos de incidência da luz. A presença de fósforo no mineral também pode contribuir para a fluorescência da brasilianita. Sendo descoberto primeiramente no Brasil, esse mineral foi encontrado posteriormente nos Estados Unidos, na Rússia, na Namíbia, na Argentina, no Canadá e na França, em Portugal e na Austrália, embora os exemplares brasileiros sejam os mais belos e desejados. No Brasil as principais jazidas encontram-se no estado de Minas Gerais, onde o mineral foi descoberto pela primeira vez em 1944 pelo geólogo brasileiro Djalma Guimarães.

Piromorfita
$(Pb_5(PO_4)_3Cl)$

D= $3\frac{1}{2}$ - 4

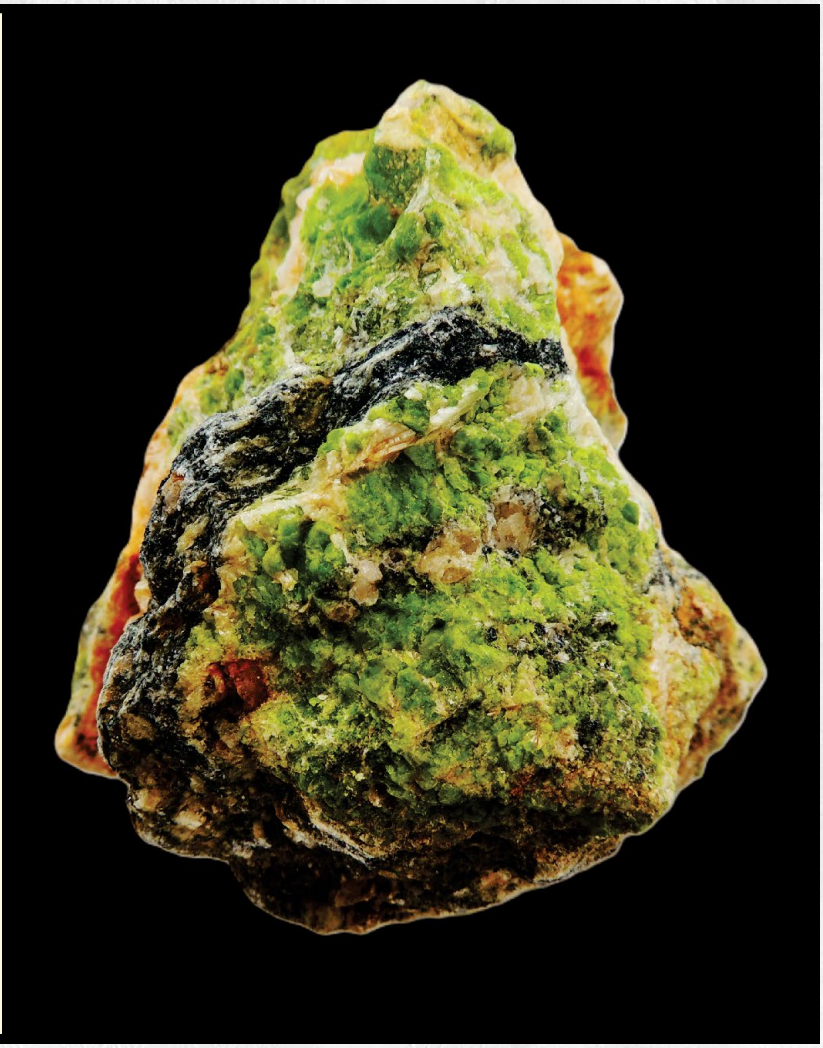
d= 6,5 - 7,0

Brilho: Resinoso

Clivagem: Pobre

Cor: Verde, marrom amarelo

Traço: Branco



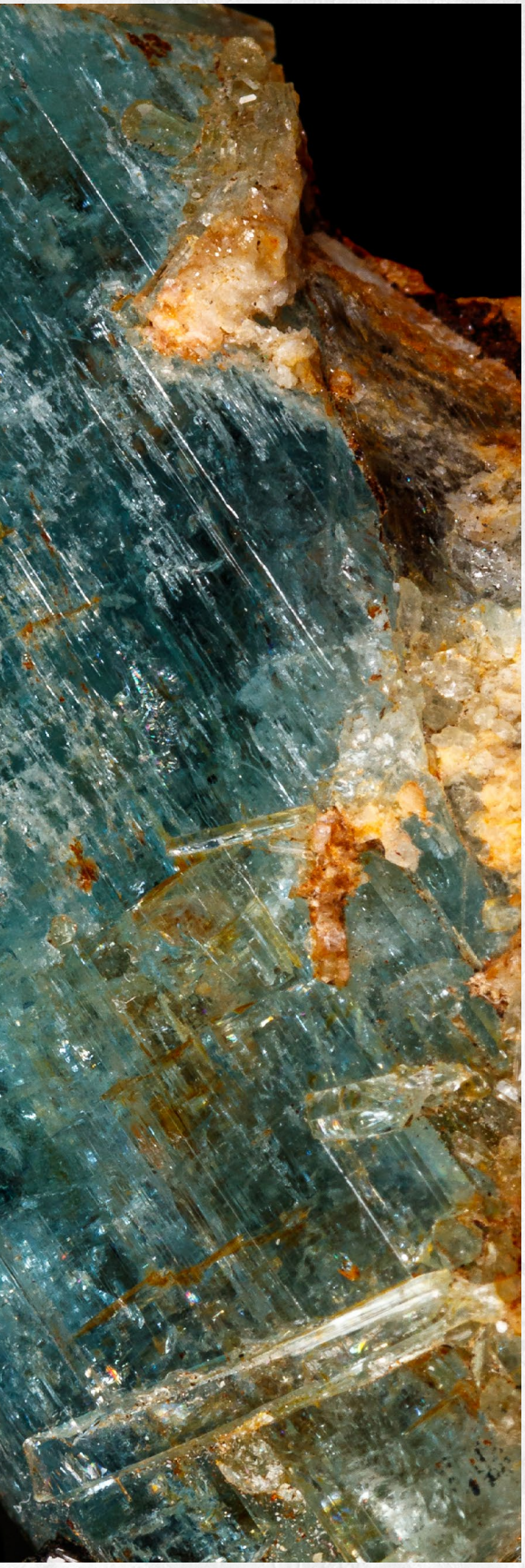
Sendo um fosfato de chumbo, a piromorfita tem como uma de suas propriedades diagnósticas a alta densidade relativa, além do brilho intenso quando pura e do hábito cristalino. Apesar disso, quando impura, a piromorfita, comumente, possui brilho resinoso. Esse mineral aparece frequentemente formando cristais prismáticos bem definidos ou aciculares (em forma de agulha), ou ainda em agregados ou massas compactas. A piromorfita tem uma história de uso relacionada à extração de chumbo, ocorrendo como mineral secundário em zonas oxidadas associadas à galena, podendo ocorrer outros minerais, como goetita, cerussita e vanadinita. O nome do mineral vem das palavras gregas pyr (fogo) e morphe (forma), que se referem à capacidade do mineral de mudar de forma quando aquecido. No Brasil a descoberta se deu na cidade de Boquira, na Bahia, e no Vale do Ribeira, em São Paulo. O fósforo presente na piromorfita também pode ser utilizado na produção de fertilizantes fosfatados. No entanto, a apatita é muito mais comum nesse sentido, tendo a piromorfita uso mais limitado neste setor. As principais reservas de piromorfita estão na Alemanha, na França, nos Estados Unidos, na China, na Austrália e na África.

CURIOSIDADE: APATITA



A apatita é um dos principais reservatórios inorgânicos de fósforo na crosta terrestre, desempenhando um papel fundamental no ciclo desse elemento. A partir do intemperismo das rochas contendo esse mineral, o fósforo é liberado para o solo e pode ser absorvido pelas plantas, conectando diretamente a geologia à produção de alimentos. Embora seja essencial para a agricultura, o fósforo em excesso também pode causar impactos ambientais, isso ocorre quando há o acúmulo de fósforo no ambiente aquático (rios, lagos, lagoas), derivado do uso intensivo de fertilizantes fosfáticos. Esse fenômeno é chamado de eutrofização e promove a proliferação excessiva de algas, reduzindo a disponibilidade de oxigênio na água e levando à morte da vida aquática.

Além disso, a apatita não está presente apenas nas rochas, ela também compõe grande parte dos ossos e dentes humanos, na forma de hidroxiapatita. Esse mineral é responsável pela rigidez e resistência do esqueleto.



CICLOSSILICATOS

Os silicatos constituem o grupo mineral mais abundante na Terra, representando aproximadamente 95% da crosta terrestre e isso ocorre porque os elementos químicos mais abundantes da crosta são o oxigênio, com 46%, e o silício, com 28%. Esses elementos vão se unir em tetraedros de sílica (SiO4)-4, que servirão de estrutura básica para todos os silicatos. Dentre seus subgrupos, os ciclossilicatos se destacam por sua estrutura peculiar. São caracterizados por arranjos estruturais em anéis fechados e isolados, separados de outros anéis, por cátions como Al, Mg, Fe, K e Na, formando padrões circulares distintivos. Esse subgrupo apresenta algumas das gemas mais valiosas do mundo como a esmeralda e a turmalina paraíba.

Berilo
($Be_3Al_2Si_6O_{18}$)

D= $7\frac{1}{2}$ - 8

d= 2,7 - 2,8

Brilho: Vítreo

Clivagem: Indistinta

Cor: Verde, azul, rosa incolor, amarelo

Traço: Branco



Berilo exibe comumente hábito prismático hexagonal bem definido, com terminação plana e não piramidal, o que, visualmente, o diferencia da apatita e apresenta coloração variada devido à presença de impurezas: verde (esmeralda), azul (água-marinha), amarelo (heliodoro), rosa (morganita) e incolor (goshenita). O uso do berilo remonta à Antiguidade, sendo as esmeraldas especialmente valorizadas por civilizações como a egípcia, que extraíam a gema no deserto oriental, em minas conhecidas como “minas de Cleópatra”. A água-marinha, por sua vez, era usada pelos marinheiros da Roma Antiga como amuleto de proteção. Curiosamente, a palavra “berilo” deriva do grego beryllos, termo genérico utilizado para gemas azuis-verdes. Foi também uma das primeiras gemas a serem estudadas sistematicamente no contexto da cristalografia, devido à sua forma prismática regular. Atualmente, o berilo é amplamente utilizado na indústria joalheira, principalmente em sua forma de gemas lapidadas. Esmeraldas exibindo verde intenso e transparente estão entre as pedras preciosas mais valorizadas do mundo.

Turmalina

$(B_3Al_3(AlSi_2O_9)_3(O,OH,F)_4)$*

*Pode incluir Na, Ca, Fe, Al, Li, Mg

D= 7 - $7\frac{1}{2}$

d= 3 - 3,2

Brilho: Vítreo

Clivagem: Indistinta

Cor: Preto, verde, rosa azul, amarelo

Traço: Incolor



As principais características diagnósticas da turmalina incluem o hábito prismático, apresentando estrias em suas faces, brilho vítreo e ampla variedade de cores. A composição química é complexa, o que contribui para a diversidade cromática. Historicamente, a turmalina era confundida com outras gemas, como a esmeralda e o rubi, até que, no século XVIII, cientistas passaram a diferenciá-la corretamente com base em estudos de suas propriedades físicas. Povos do Sri Lanka já a utilizavam há séculos como pedra ornamental e mística. Entre as curiosidades, destaca-se sua capacidade piroelétrica e piezoelétrica — ou seja, quando aquecida ou pressionada, gera carga elétrica na sua superfície. Devido a isso, no passado, foi utilizada para limpar cinzas de cachimbo, ganhando o apelido holandês de aschentrecker (“puxadora de cinzas”). Hoje, a turmalina é muito valorizada como gema, especialmente as variedades turmalina paraíba (azul-neon) e melancia (núcleo rosa com borda verde). Também é usada em equipamentos eletrônicos sensíveis à pressão e à temperatura.

CURIOSIDADE: BERILO



É impossível falar desse mineral sem nos remetermos à sua variação de cor verde intensa, conhecida como esmeralda e que pode adquirir valores muito maiores do que os diamantes. Apesar de ser conhecida desde o Antigo Egito, onde foi primeiramente explorada, a esmeralda ainda hoje desperta imenso fascínio por sua beleza, atraindo colecionadores em busca de uma amostra de maior valor. As maiores esmeraldas encontradas atualmente ocorrem na Zâmbia, onde um espécime encontrado possui 1,5 kg, e no Brasil, onde um agregado de esmeraldas foi encontrado no estado da Bahia, pesando 380 kg.



FILOSSILICATOS

Os filossilicatos constituem um subgrupo de minerais silicáticos caracterizados por sua estrutura em folhas sobrepostas, que se assemelham às páginas de um livro ou caderno. Grande parte dos filossilicatos apresenta clivagem perfeita em uma direção, podendo ter suas unidades separadas facilmente usando um canivete e, em muitos casos, a unha. Esses minerais geralmente apresentam baixa dureza e, em sua maioria, são hidratados. Alguns filossilicatos desempenham papel fundamental como formadores de solo, possuindo propriedades essenciais para o controle de nutrientes, armazenamento de água e gases, entre outras funções.

Apofilita

$(Ca_4K(Si_4O_{10})_2F \cdot 8H_2O)$

D= $4\frac{1}{2}$ - 5

d= 2,3 - 2,4

Brilho: Vítreo

Clivagem: Perfeita 1 dir.

Cor: Incolor, branco cinza, verde

Traço: Branco



A apofilita é reconhecida por seus cristais prismáticos ou tabulares, geralmente incolores, esverdeados ou amarelados, com brilho vítreo a nacarado, usualmente transparentes e podem atingir até 20 cm de comprimento. Apresenta clivagem perfeita em uma direção e tendência a se exfoliar facilmente ao ser aquecida, o que justifica seu nome, derivado do grego apophylliso (“que se desfaz em folhas”). Seu estudo se iniciou no século XIX, em especial por mineralogistas europeus interessados em minerais de cavidades vesiculares em rochas basálticas da Índia. Estudos posteriores revelaram que se trata de uma solução sólida, sendo identificadas duas espécies distintas, a fluorapofilita e a hidroxiapofilita. Uma curiosidade sobre a apofilita é que seus cristais, quando aquecidos, podem liberar vapor d’água, pois contêm moléculas de água estruturalmente ligadas. Atualmente, a apofilita é apreciada principalmente como espécime de coleção devido à beleza de seus cristais bem formados. Quando em forma hexagonal, pode ser confundida com o quartzo, mas é facilmente distinta desse mineral pela dureza mais baixa e pela clivagem perfeita.

Biotita

$(K(Mg,Fe)_3AlSi_3O_{10}(OH)_2)$

D= $2\frac{1}{2}$ - 3

d= 2,8 - 3,4

Brilho: Vítreo

Clivagem: Perfeita em uma direção

Cor: Verde escuro, marrom a preto

Traço: Incolor



A biotita ocorre predominantemente em forma de finas lâminas por vezes irregulares e escamosas, podendo aparecer em cristais tabulares com seção transversal pseudohexagonal. As lâminas destacam o plano perfeito de clivagem. As principais características diagnósticas da biotita são o brilho vítreo e a clivagem perfeita em uma direção que ressalta o hábito micáceo. Devido à sua forma e cor, a biotita é popularmente conhecida como mica preta, embora, quando rica em magnésio, atinja tons amarronzados, castanhos e esverdeados. Encontrada principalmente em rochas ígneas como o granito e o sienito e metamórficas, como o gnaisse e o micaxisto, a biotita é um mineral muito utilizado como indicador de processos e eventos geológicos, servindo como mineral-índice de processos metamórficos, além de ser amplamente utilizada para datar rochas. Outras utilidades que podem ser destacadas são o uso como insumo na fabricação de tintas e plásticos, aplicação como isolante térmico e elétrico e o aproveitamento como fonte de potássio para a agricultura.

Caulinita
($Al_2Si_2O_5(OH)_4$)

D= $2 - 2\frac{1}{2}$

d= 2,6

Brilho: Terroso

Clivagem: Perfeita em uma direção

Cor: Branca

Traço: Branco



A caulinita é um argilomineral com a estrutura 1:1 (proporção entre Si e Al). Esse mineral se destaca no grupo dos argilominerais pela sua coloração branca, podendo exibir outros tons quando impuro. Forma agregados compactos e massas argilosas sempre friáveis. Os cristais são raros, laminares e ocorrem em agregados. A caulinita é um mineral secundário formado pelo intemperismo químico de feldspatos, feldspatóides e outros silicatos (principalmente aluminossilicatos), em ambientes tropicais e subtropicais altamente lixiviados. Por isso, os depósitos mais significativos ocorrem em regiões de clima quente e úmido. Seu nome deriva da região de Kaoling, na China, onde era tradicionalmente extraída para a produção de porcelana desde a antiguidade. Ela é um dos principais constituintes do caulim e se destaca por sua baixa plasticidade e resistência ao calor, sendo amplamente utilizada na fabricação de cerâmica e de papel. É empregada também como pigmento para melhorar a textura e a resistência de materiais poliméricos, bem como em tintas e plásticos.

Fucsita

$(K(Al,Cr)_2Si_3AlO_{10}(OH,F)_2)$

D= 2 - $2\frac{1}{2}$

d= 2,7 - 3,1

Brilho: Vítreo, perláceo

Clivagem: Perfeita em uma direção

Cor: Verde

Traço: Branco



A fucsita (ou fuchsita) é uma variedade de mica rica em cromo, responsável pela coloração verde característica e, por isso mesmo, chamada, por vezes, de moscovita verde. É frequentemente encontrada em agregados micáceos nas rochas metamórficas, principalmente os micaxistos. Na Antiguidade, acredita-se que tenha sido empregada em conjunto com outros minerais micáceos como pigmentos ou cosméticos moídos. Seu reconhecimento como variedade específica ocorreu apenas com o avanço da mineralogia moderna. Uma curiosidade é que o nome “fucsita” homenageia o mineralogista alemão Johann Nepomuk von Fuchs. A presença do cromo, elemento também responsável pela cor da esmeralda, confere à fucsita sua tonalidade vívida, frequentemente confundida com gemas verdes mais valiosas. Atualmente, a fucsita é utilizada como pedra ornamental, principalmente em esculturas e peças decorativas. Também é incluída em composições de xistos e filitos ornamentais.

Lepidolita

$(K(Li,Al_3)(AlSi_3)O_{10}(OH,F)_2)$

D= $2\frac{1}{2}$ - $3\frac{1}{2}$

d= 3,0

Brilho: Vítreo, perláceo

Clivagem: Perfeita em uma direção

Cor: Incolor, violeta rosa

Traço: Branco



A lepidolita é facilmente reconhecida por ser uma mica de cor lilás a rósea (devido ao teor de lítio), brilho nacarado e clivagem perfeita, sendo uma das principais fontes naturais de lítio. O nome lepidolita deriva do grego “lepidos”, que significa escama, e “lithos”, que significa pedra, aparecendo frequentemente em massas escamosas de granulação fina a grossa. Seu uso mais antigo remonta ao século XVIII, quando passou a ser valorizada como fonte de lítio para aplicações químicas. No entanto, não era conhecida pelas civilizações antigas como mineral distinto, sendo por vezes confundida com outras micas. Curiosamente, a lepidolita pode conter traços de rubídio e césio, elementos raros. Hoje, a lepidolita é usada tanto na indústria quanto na decoração. É uma importante fonte de lítio para baterias recarregáveis, sendo muito apreciada na indústria automotiva, embora as impurezas presentes aumentem os desafios tecnológicos para a obtenção do lítio. Outros usos da lepidolita envolvem a fabricação de vidros, cerâmicas e ligas metálicas leves, além de ser apreciada na joalheria artesanal.

Moscovita
($KAl_3Si_3O_{10}(OH,F)_2$)

D= $2 - 2\frac{1}{2}$

d= 2,8 - 3,1

Brilho: Vítreo, perláceo

Clivagem: Perfeita em uma direção

Cor: Verde a castanho pálido, amarelo

Traço: Branco



A moscovita (também chamada muscovita) ocorre predominantemente em finas lâminas que podem atingir vários centímetros, translúcidas e flexíveis. As lâminas destacam o plano perfeito de clivagem. As principais características diagnósticas da moscovita são o brilho vítreo a perláceo, a cor clara e a presença de clivagem perfeita, que ressalta o hábito micáceo. Devido à sua forma e à cor, a moscovita é popularmente conhecida como mica branca. A moscovita é um mineral comum em rochas ígneas ácidas, sendo muito resistente ao intemperismo e ao metamorfismo (o que permite sua presença em quase qualquer tipo de rocha). A moscovita tem ampla aplicabilidade: pode ser finamente moída na fabricação de cosméticos (batons, esmaltes e outros), utilizada também como lubrificante em algumas aplicações industriais, uso decorativo em joias e pedras ornamentais, entre outros. Embora tenha muitos usos práticos, é mais amplamente reconhecida por suas propriedades de isolamento elétrico e térmico e por seu papel nas indústrias de cosméticos e tintas.

Pirofilita
($Al_2Si_4O_{10}(OH)_2$)

D= 1 - 2

d= 2,7 - 2,9

Brilho: Perláceo a gorduroso

Clivagem: Perfeita em uma direção

Cor: Branca, verde, amarela, marrom

Traço: Branco



A pirofilita distingue-se por sua maciez ao tato, coloração esbranquiçada a amarelada, brilho nacarado e facilidade de ser riscada com a unha (dureza ~1,5). Apresenta hábito foliado e clivagem perfeita, comumente em agregados lamelares radiados. Embora não tenha sido amplamente utilizada no passado, há registros de seu uso em esculturas e peças ornamentais no Oriente, especialmente na Coreia e na China, devido à sua trabalhabilidade. O nome pirofilita deriva do grego pyros (fogo) e phyllos (folha), referindo-se à sua exfoliação em folhas e à expansão ao ser aquecida. Quando submetida a temperaturas elevadas, sofre transformação em mullita, muito utilizada em cerâmicas de alta resistência térmica. A pirofilita é formada durante o metamorfismo de rochas sedimentares ricas em alumínio. Atualmente, é usada na cerâmica industrial, como isolante térmico e em cosméticos. Sua baixa dureza também a torna útil como lubrificante seco em algumas aplicações industriais.

Serpentina (Crisotila)
($Mg_3Si_2O_5(OH)_4$)



D= 2 - 4

d= 2,2

Brilho: Sedoso

Clivagem: Perfeita em uma direção

Cor: Verde em vários tons

Traço: Branco

A crisotila, forma fibrosa do grupo da serpentina, é o mineral de amianto mais importante, representando 95% do uso comercial desse mineral. Apresenta coloração verde-clara a amarelada, brilho sedoso e estrutura fibrosa flexível. Tem baixa dureza (2,5–3,5) e aspecto asbestiforme (em fibras que se desagregam facilmente), o que facilitou seu uso industrial. Historicamente, a crisotila foi amplamente explorada a partir do século XIX como “amianto branco”, empregada como isolante térmico e material de construção. No entanto, civilizações antigas já utilizavam rochas serpentinizadas como materiais ornamentais. Um fato curioso é que, apesar de sua resistência ao calor e às reações químicas, a crisotila está associada a sérios riscos à saúde, como a asbestose e o mesotelioma, o que levou à proibição de seu uso em diversos países, inclusive no Brasil. Hoje, o uso da crisotila está severamente limitado ou banido em muitos locais. Ainda é extraída em alguns países sob regulamentações específicas, mas a tendência global é sua substituição por materiais menos tóxicos.

Talco
($Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$)

D= 1

d= 2,7 - 2,8

Brilho: Perláceo a gorduroso

Clivagem: Perfeita em uma direção

Cor: Incolor, branco, verde, marrom

Traço: Branco



O talco é um silicato de magnésio hidratado, sendo o mineral de menor dureza na escala de Mohs (dureza 1). Apresenta coloração branca, cinza ou verde-clara, sensação saponácea ao tato, hábito foliado e brilho perolado. O talco se origina como produto de alteração de silicatos de magnésio como a olivina e os piroxênios, sendo encontrado mais comumente em rochas metamórficas. Desde a Antiguidade, o talco foi utilizado como cosmético e em preparações medicinais. Povos egípcios e romanos já o aplicavam como pó corporal. Também foi usado como material para esculturas em civilizações asiáticas. Uma curiosidade é que o talco é quimicamente muito estável e termicamente resistente, o que o torna útil mesmo em ambientes industriais severos. Atualmente, é amplamente utilizado em cosméticos, papel, plásticos, cerâmicas e como lubrificante industrial. Seu uso em talco infantil e farmacêutico, no entanto, é alvo de discussões de saúde pública, pois, em muitos casos, pode estar associado ao asbesto, o que pode ocasionar sérios problemas ao sistema respiratório.

Vermiculita

$(R^*)_3(Al,Si)_4O_{10}(OH)\cdot 4H_2O)$

R*: Mg, Fe, Al

D= 1 - 2

d= 2,6

Brilho: Vítreo, terroso

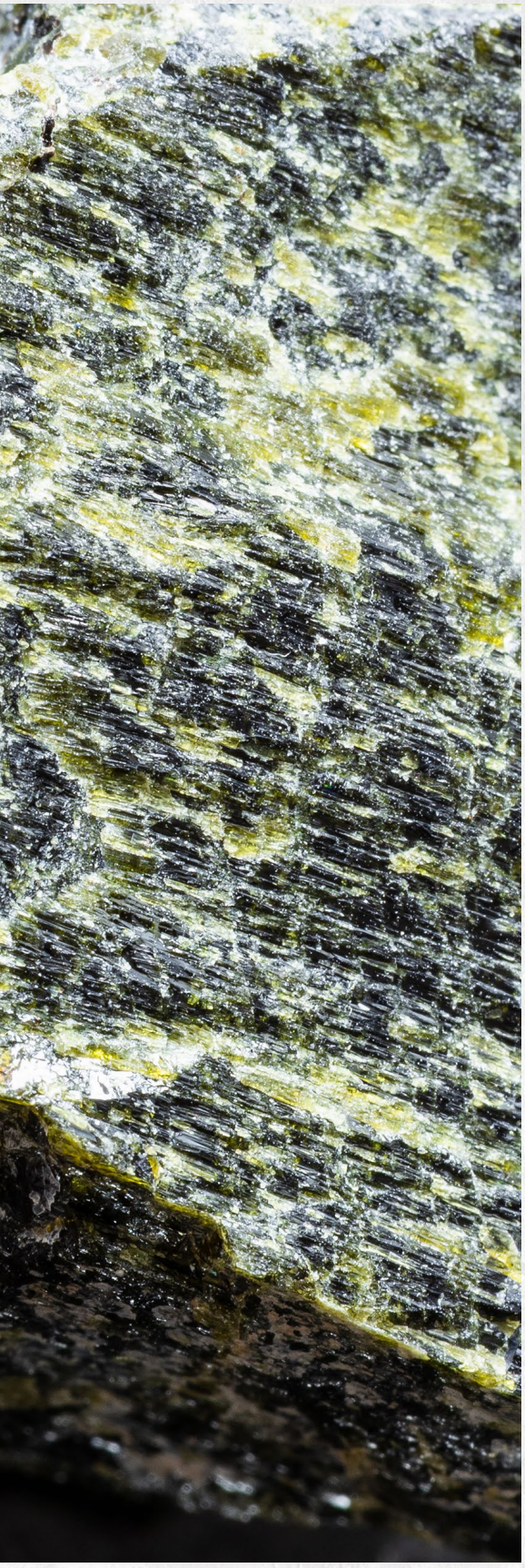
Clivagem: Perfeita em uma direção

Cor: Verde a marrom cinza, amarelo

Traço: Branco



A vermiculita costuma formar agregados escamosos a granulares. Quando bem cristalizados, formam cristais tabulares a lamelares, placoides (micáceos). A vermiculita destaca-se pela capacidade de expandir significativamente ao ser aquecida, formando um material leve e poroso com alta capacidade de retenção de água. A sua origem é supérgena (intemperismo químico) e hidrotermal, sendo produto de alteração ou substituição de flogopita, biotita, clorita e outras micas máficas em vários tipos de rochas. Ocorre em depósitos sedimentares, pegmatitos, rochas ultramáficas alteradas e solos. É comum sua formação no contato entre rochas félsicas e máficas ou ultramáficas como dunitos e piroxenitos. Seu nome vem do latim “vermiculare”, que significa “parecido com pequenos vermes”, uma referência à aparência da vermiculita expandida ao ser submetida ao calor. Desde o século XX, tem sido amplamente utilizada em setores como a agricultura (auxílio na retenção de água e nutrientes), construção (concretos, isolantes térmicos e acústicos, além de materiais resistentes ao fogo) e indústria automotiva (componente de pastilhas de freio e isolantes térmicos).



INOSSILICATOS

Representam um importante subgrupo de minerais formadores de rochas, abundantes em rochas ígneas máficas e ultramáficas. Este subgrupo é dominado por duas grandes classes minerais: os piroxênios, cujos arranjos tetraedrais formam cadeias simples, e os anfibólios, que formam cadeias duplas. Esses arranjos do tetraedro de sílica são responsáveis pela forma prismática característica dos representantes desse subgrupo. Os diversos minerais que compõem os inossilicatos apresentam ampla variedade de aplicações industriais devido às suas propriedades físicas e químicas específicas.

Actinolita

$(Ca_2(Mg,Fe^{+2})_5Si_8O_{22}(OH)_2)$



D= 5 - 6

d= 2,9 - 3,4

Brilho: Vítreo a sedoso

Clivagem: Boa 56° e 124°

Cor: Verde escuro a preto

Traço: Branco

A actinolita faz parte de uma série de soluções sólidas de silicatos de ferro, cálcio e magnésio, incluindo a ferroactinolita e a tremolita. É um mineral do grupo dos anfibólios, comum em rochas ígneas e metamórficas, sendo por vezes formado como produto da alteração de piroxênios (hidratação). O termo é derivado da palavra grega “aktis”, que significa raio, devido à sua ocorrência radial e prismática. Algumas variedades de anfibólios são utilizadas como minerais índice das condições de metamorfismo da rocha, no caso da actinolita, é um indicador de metamorfismo de baixo a médio grau. A actinolita costuma ser distinguida entre os demais anfibólios pelo hábito em fibras finas, embora possa ocorrer em cristais prismáticos alongados. A forma fibrosa pode ser utilizada como asbesto (amianto), matéria-prima para fabricações diversas: telhas, caixas d’água, pastilhas de freios, revestimentos de discos de embreagem, entre outras. Porém, devido aos riscos à saúde, a utilização de amianto na construção civil é proibida em mais de 75 países, incluindo o Brasil.

Diopsídio
((CaMg)Si2O6)

D= 5 - 6

d= 3,2 - 3,3

Brilho: Vítreo

Clivagem: Boa em duas direções (~90°)

Cor: Verde claro a escuro

Traço: Branco



O diopsídio é um piroxênio de cor verde-clara a escura, ocorrendo em cristais prismáticos, mas também podendo formar agregados laminares, colunares, granulares ou maciços. O diopsídio é muito comum em rochas ricas em cálcio, resultantes do metamorfismo de contato, ocorrendo associado a outros minerais como tremolita, escapolita, idocrásio, granada e esfeno. São comuns também ocorrências desse mineral em rochas resultantes de metamorfismo regional e em rochas ígneas ricas em minerais ferromagnesianos, como peridotitos e kimberlitos. Curiosamente, variedades gemológicas transparentes de cor verde esmeralda são conhecidas como “diopsídio cromo” e são utilizadas em joias e pedras ornamentais. Hoje, além do uso como gema, o diopsídio é utilizado na indústria cerâmica e em estudos petrogenéticos, especialmente na reconstrução de processos metamórficos e magmáticos.

Espodumênio
($(LiAl)Si_2O_6$)

D= $6\frac{1}{2}$ - 7

d= 3,1 - 3,2

Brilho: Vítreo

Clivagem: Distinta em duas direções (~90°)

Cor: Verde claro, rosa branco, amarelo

Traço: Branco



Pertencente ao grupo dos piroxênios, o termo espodumênio deriva da palavra grega “spodumenos”, que significa “reduzido a cinzas”, uma das cores mais comuns em que esse mineral se apresenta. A variedade com tonalidades rosa a lilás do espodumênio é conhecida como Kunzita, enquanto a variedade verde é denominada hidenita. Ambas são muito apreciadas na gemologia. Os cristais são prismáticos, achatados e tipicamente estriados ao longo de seu comprimento. Como os demais piroxênios, o espodumênio é um mineral comum em rochas ígneas e metamórficas básicas, como peridotitos, embora seja comum em diques de pegmatitos graníticos, associados a outros minerais de lítio. Exemplares de piroxênios já foram encontrados em amostras de meteoritos e de rochas provenientes da Lua. Atualmente, o espodumênio (devido à presença de lítio na sua composição) tem se tornado um minério estratégico ao redor do mundo, pois é matéria-prima para a fabricação de baterias de lítio, utilizadas em diversos dispositivos eletrônicos, como celulares, notebooks, tablets, drones, câmeras fotográficas e veículos elétricos. No Brasil, há ocorrências em Minas Gerais e na Paraíba.

Hornblenda

$(Ca_2(Fe^{2},Mg)_4(Al,Fe^{3},Ti)_3)(Si_6O_{22}(O,OH)_2)$

D= 5 - 6

d= 3,2

Brilho: Vítreo

Clivagem: Perfeita a 56° e 124°

Cor: Verde escuro a preto

Traço: Branco a cinza



A hornblenda é um termo genérico para anfibólios escuros ricos em ferro e magnésio, sendo os extremos, denominados ferrohornblenda e magnesiohornblenda, respectivamente. Possui hábito prismático e clivagem em ângulos de 56º e 124º – diagnóstico para o grupo. A hornblenda é um importante constituinte das rochas ígneas, como o diorito, e metamórficas, como o anfibolito, e a presença de elementos como cromo, titânio e níquel na sua composição indica o grau metamórfico desse mineral. Seu reconhecimento mineralógico ocorreu com o avanço das classificações petrográficas no século XIX. Uma curiosidade é que o nome “hornblenda” tem origem alemã (horn = chifre, blenden = enganar), pois suas formas e brilho intenso enganavam os mineiros, que esperavam encontrar minério de valor. Atualmente, é importante em estudos geológicos, como indicador de condições de pressão e temperatura em rochas metamórficas e ígneas. Rochas ricas em hornblenda são frequentemente utilizadas como revestimentos de fachadas e bancadas na construção civil.

Rodonita ($(Mn,Ca)_5SiO_3$)

D= 6

d= 3,4 - 3,7

Brilho: Vítreo

Clivagem: Perfeita em duas direções (~90°)

Cor: Rosa avermelhado, rosa

Traço: Branco



A rodonita é facilmente reconhecida por sua cor rosa intensa a avermelhada, frequentemente entrecortada por veios negros de óxidos de manganês. Apresenta brilho vítreo, dureza entre 5,5 e 6,5 e hábito maciço ou granular, podendo formar cristais tabulares com bordas arredondadas. Ela é diferenciada da rodocrosita por sua maior dureza e do feldspato por sua maior gravidade específica. Historicamente, foi utilizada como gema e pedra ornamental na Rússia, onde chegou a ser considerada pedra nacional. Era usada em esculturas, mosaicos e joias, especialmente no período imperial russo. Seu nome deriva do grego “rhodon”, que significa rosa. A beleza estética da rodonita a torna uma das gemas opacas mais procuradas. Hoje, continua a ser usada na joalheria, especialmente em colares e cabochões. Também é aproveitada como fonte de manganês para a indústria metalúrgica em algumas localidades. As principais ocorrências da rodonita estão na Austrália, no México, no Brasil e na Rússia. No Brasil, destaca-se o município de Conselheiro Lafayete em Minas Gerais.



NESOSSILICATOS

Representam um importante subgrupo de minerais formadores de rochas, abundantes em rochas ígneas máficas e ultramáficas. Este subgrupo é dominado por duas grandes classes minerais: os piroxênios, cujos arranjos tetraedrais formam cadeias simples, e os anfibólios, que formam cadeias duplas. Esses arranjos do tetraedro de sílica são responsáveis pela forma prismática característica dos representantes desse subgrupo. Os diversos minerais que compõem os inossilicatos apresentam ampla variedade de aplicações industriais devido às suas propriedades físicas e químicas específicas.

Andaluzita
(Al_2SiO_5)

D= $7\frac{1}{2}$

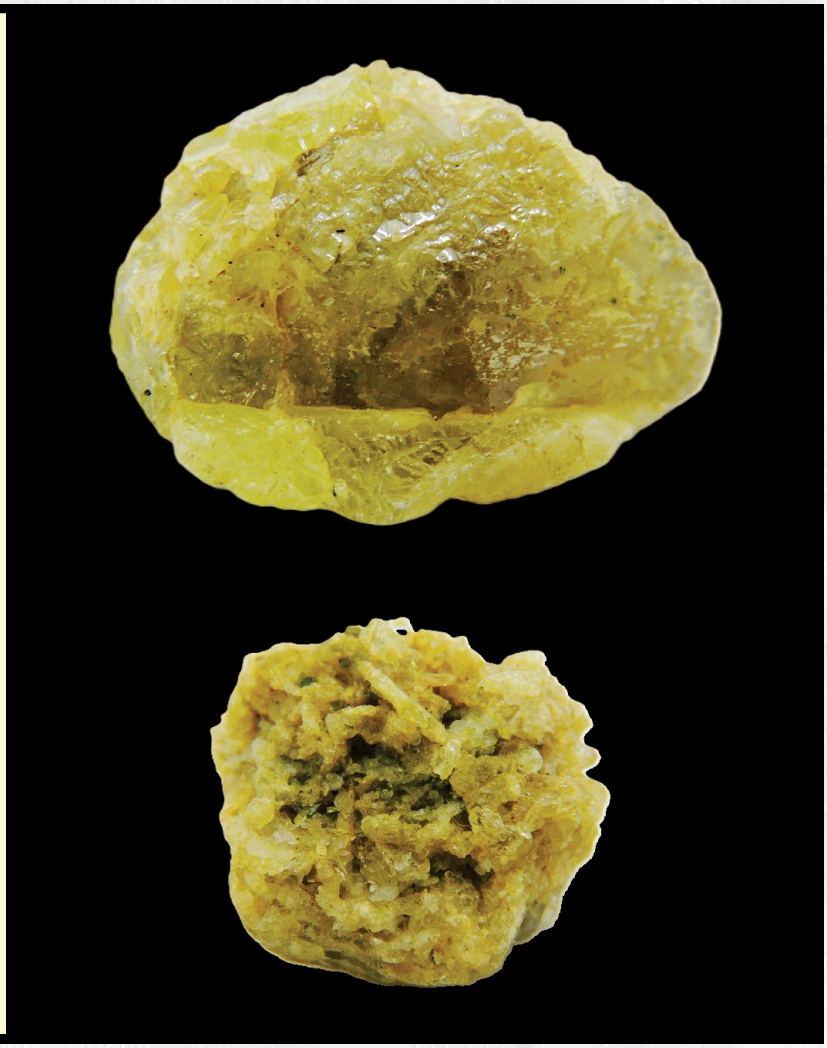
d= 3,2

Brilho: Vítreo

Clivagem: Pobre a boa

Cor: Verde, vermelho marrom avermelhado

Traço: Branco



Os cristais de andaluzita apresentam hábito prismático, alongado, com seção transversal quadrada, embora possam ocorrer de forma maciça. Seu nome é em homenagem à localidade de Andaluzia, na Espanha, onde foi descrita pela primeira vez, no século XVIII, embora não haja registro de uso antigo. A andaluzita origina-se comumente por metamorfismo regional de folhelhos aluminosos e ardósias, estando associada a coríndon e cordierita. Outras ocorrências resultam do metamorfismo de contato associado a intrusões graníticas e, mais raramente, pegmatitos graníticos. Seu estudo ajudou na compreensão de reações metamórficas em rochas pelíticas (constituídas por sedimentos finos). A variedade “quiastolita” exibe inclusões carbonosas que formam cruzes perfeitas, o que a tornou objeto de veneração em várias culturas cristãs medievais. Hoje, a andaluzita é usada como gema, em cerâmicas refratárias e como indicador geotermobarométrico (marcador de condições de temperatura e pressão) em estudos metamórficos, principalmente de micaxistos. Reservas importantes de andalusita são encontradas na Espanha, na Austrália e em Minas Gerais, no Brasil.

Cianita
(Al_2SiO_5)

D= 5 - 7

d= 3,6

Brilho: Vítreo a perláceo

Clivagem: Perfeita em uma direção

Cor: Azul, branca, preta cinza, verde, marrom

Traço: Branco



A cianita apresenta coloração azul (mais comum), embora possa aparecer na cor preta, possuindo, predominantemente, um hábito formado por lâminas tabulares alongadas, podendo também ocorrer com hábito fibroso. Uma característica da cianita é sua dureza diferenciada, sendo H= 5, paralela ao comprimento do cristal, e H= 7, perpendicular a ele. O nome vem do grego kyanos (azul escuro), embora também ocorra em tons verdes e preto e, nesse último caso, é conhecida como vassoura de bruxa. A partir do século XIX tornou-se conhecida pela indústria cerâmica, pois a cianita expande-se ao ser calcinada, ao contrário da maioria dos minerais, o que a torna ideal para peças refratárias que precisam manter tolerâncias dimensionais em altas temperaturas. Atualmente, é empregada em cerâmicas de alta resistência, moldes de fundição, isoladores elétricos e como indicador metamórfico de alto grau, junta com a estaurolita e a silimanita. A cianita é formada por metamorfismo regional de rochas argilosas, ocorrendo em micaxistos e gnaisses. O Brasil é uma das principais referências mundiais na extração de cianita, destacando os estados de Minas Gerais, Bahia e Paraíba.

Estaurolita

((Fe,Mg)$_4$Al$_{17}$(Si,Al)$_8$ O$_{45}$(OH)$_3$)

D= 7 - $7\frac{1}{2}$

d= 3,7

Brilho: Vítreo a resinoso

Clivagem: Distinta

Cor: Marrom escuro a marrom avermelhado

Traço: Incolor a cinza



A estaurolita geralmente forma cristais prismáticos ou tabulares, frequentemente com maclas em forma de cruz (cruz simples ou em X), o que a torna visualmente distinta, assim, a sua geminação em cruz é uma característica diagnóstica desse mineral. É muito comum em rochas metamórficas ricas em alumínio, como xistos e gnaisses, formados em condições de média temperatura e pressão, onde ocorre frequentemente associada à granada, cianita, turmalina e silimanita. Seu nome vem do grego stauros (cruz) e lithos (pedra), devido à forma cruciforme de seus cristais. Embora não tenha aplicação industrial relevante, a estaurolita é valorizada como mineral de coleção, sobretudo pelo seu hábito. Também pode ser usada como indicador geotermobarométrico em petrologia metamórfica, pois esse mineral se forma numa faixa específica de pressão e temperatura. Em alguns locais, é vendida como amuleto e mais raramente, quando translúcida, usada como gema. Nesse último quesito é conhecida como “pedra da cruz” ou “cristal da fé” em algumas culturas, sendo associada a lendas e simbolismos religiosos.

Granada (Almandina) ($Fe_3Al_2(SiO_4)_3$)

D= $6\frac{1}{2}$ - $7\frac{1}{2}$

d= 4,3

Brilho: Vítreo

Clivagem: Indistinta

Cor: Vermelho intenso a amarronzado

Traço: Branco



A granada é um grupo de minerais com formas de dodecaedros e trapezoedros de diversas variedades, todas com estruturas internas semelhantes, mas com composições químicas e propriedades físicas distintas. A granada apresenta fórmula química A3B2(SiO4)3, na qual a posição A aloja Ca, Mg e Fe2+ ou Mn2+ e a posição B aloja Al, Fe3+ e Cr3+, de onde se originam os membros minerais: piropo (Mg3Al2(SiO4)3), almandina (Fe3Al2(SiO4)3), grossulária (Ca3Al2(SiO4)3), dentre outros. A almandina é a versão rica em Fe e Al e a mais conhecida desse grupo. É um mineral muito comum em rochas metamórficas, formadas em condições de médio a alto grau de metamorfismo. Também pode ocorrer em rochas ígneas, mas é menos comum. O nome “granada” deriva do latim granatus e está relacionado à lembrança deste mineral às sementes de pomum granatum (romã), visto que muitas granadas são, de fato, vermelhas e assemelham-se a pequenas “sementes”. A almandina é usada tanto como gema (joias) quanto como abrasivo industrial, já que possui dureza elevada.

Olivina ($(Mg,Fe)_2SiO_4$)

D= $6\frac{1}{2}$ - 7

d= 3,3 - 4,2 (Fe aumenta)

Brilho: Vítreo a resinoso

Clivagem: Indistinta

Cor: Verde claro a oliva, marrom, incolor

Traço: Branco



A olivina é o primeiro mineral a se cristalizar em uma câmara magmática, onde o ferro e o magnésio se substituem livremente, formando uma solução sólida, com a forsterita sendo o membro final do magnésio e a fayalita o membro final do ferro. As olivinas são minerais que apresentam hábitos normalmente granulares e maciços e constituem cerca de 50% do manto superior, tornando-as um dos minerais mais comuns do planeta, compondo principalmente rochas ígneas ultramáficas como o Peridotito, mas também podendo estar presentes no gabro e no basalto. As melhores amostras de olivina de qualidade gemológica têm sido obtidas de uma jazida composta por rochas do manto, na ilha Zabargad, no Mar Vermelho. A maior parte da olivina é usada em estratégias metalúrgicas como condicionador de escória. A olivina com alto teor em magnésio (forsterita) é introduzida nos altos-fornos para remover as impurezas do metal e formar a escória. A olivina também tem sido usada para fazer tijolos refratários e como areia de fundição. A variedade verde transparente é conhecida como peridoto e desde a antiguidade, no Oriente, até os dias atuais, é usada como gema.

Topázio
($Al_2SiO_4(F,OH)_2$)

D= 8

d= 3,4 - 3,6

Brilho: Vítreo

Clivagem: Perfeita basal

Cor: Incolor, amarelo, azul, verde

Traço: Incolor



O topázio ocorre como cristais prismáticos alongados ou curtos e com terminações piramidais bem definidas. O seu nome deriva do grego Topazios, nome antigo de uma ilha no Mar Vermelho (hoje chamada Zabargad), onde se acreditava que o mineral era encontrado, embora o local produzisse, na verdade, olivina. A origem do topázio está associada à ação de vapores contendo flúor, liberados durante os estágios finais da solidificação de rochas ígneas; sua ocorrência é comum em pegmatitos, embora possa estar presente em rochas metamórficas. Devido à sua beleza e raridade, é muito apreciado como gema em joalherias, especialmente o topázio azul. Outras aplicações, porém, em menor escala, do topázio são, na tecnologia e na ciência, por suas propriedades físicas, como abrasivo, em instrumentos ópticos, devido à sua alta transparência e ao índice de refração. Além de aplicações eletrônicas, como sensores de pressão e dispositivos de medição devido às duas propriedades elétricas. No Brasil, o topázio imperial, de cor dourada ou laranja-rosado, é raro e muito apreciado como gema, sendo encontrado em Ouro Preto (MG).

Zircão
($ZrSiO_4$)

D= $7\frac{1}{2}$

d= 4,6 - 4,7

Brilho: Adamantino

Clivagem: Imperfeita

Cor: Marrom, incolor, cinza, vermelho

Traço: Incolor



O zircão é um mineral normalmente encontrado sob a forma de cristais prismáticos tetragonais, podendo apresentar terminações bipiramidais bem desenvolvidas. É um mineral acessório comum em rochas ígneas ácidas, carbonatitos, bem como em rochas metamórficas e sedimentares. Ele é notável por sua extrema estabilidade química e física. O zircão é tão resistente que sobrevive a múltiplos ciclos de erosão, transporte e metamorfismo, mantendo seu registro geológico original preservado. É um dos minerais mais antigos encontrados na crosta terrestre (alguns cristais datam de mais de 4,0 bilhões de anos, fornecendo informações sobre a história inicial do planeta). Ele é importante em estudos geocronológicos, pois permite a datação absoluta de rochas por métodos como U-Pb. Apesar do nome parecido, não deve ser confundido com a zircônia cúbica, que é sintética. O zircão é usado principalmente como gema, após corte e lapidação, recebendo o nome comercial de “jargão” quando incolor. Na indústria, é fonte de óxido de zircônio (ZrO_2), utilizado na fabricação de cerâmicas especiais, refratários, vidros resistentes a altas temperaturas e, em algumas ligas metálicas, para aumentar a dureza.



SOROSSILICATOS

Os sorossilicatos formam um subgrupo mineralógico composto por cerca de 120 espécies diferentes, sendo a maioria deles consideradas relativamente raras na natureza. Esses minerais caracterizam-se por estruturas formadas por pares de tetraedros de silicato compartilhando um átomo de oxigênio. Dentre seus representantes mais significativos destacam-se os minerais do grupo do epidoto e a vesuvianita. No nosso acervo, temos a allanita que é levemente radioativa e, por isso mesmo, não é manuseada com frequência.

Allanita

$(R_2''R_3'''(SiO_4)_3)OH^*)$

***R_2'': Ca, Ce, La, Na**

R_3''': Al, Fe, Mn, Be, Mg



D= $5\frac{1}{2}$ - 6

d= 3,5 - 4,2

Brilho: Submetálico a resinoso

Clivagem: Indistinta

Cor: Marrom a preto

Traço: Branco

A allanita geralmente ocorre como cristais prismáticos alongados ou em massas granulares, sendo ligeiramente radioativa. Descoberta no início do século XIX e nomeada em homenagem ao mineralogista escocês Thomas Allan, a allanita é um mineral do grupo dos epidotos, rico em elementos de terras raras (ETR), como cério, lantânio e ítrio. É encontrada principalmente em rochas ígneas, como granitos, pegmatitos e sienitos, bem como em várias rochas metamórficas como xisto, gnaisse e anfibolito. A importância econômica desse mineral, reside no seu potencial para contribuir para o fornecimento global de terras-raras. Esses são cruciais para a produção de produtos de alta tecnologia, incluindo eletrônica e tecnologias de energia renovável. Entretanto, a allanita ainda não tem sido amplamente utilizada para a produção desses elementos e para alcançar a extração econômica de elementos de terras raras da allanita no futuro; estudos sistemáticos sobre técnicas de processamento (por exemplo, separação por densidade, separação magnética, flotação, lixiviação) são essenciais para explorar o potencial desse mineral.

Epidoto
$Ca_2(Al,Fe)_3(SiO_4)_3(OH)$

D= 6 - 7

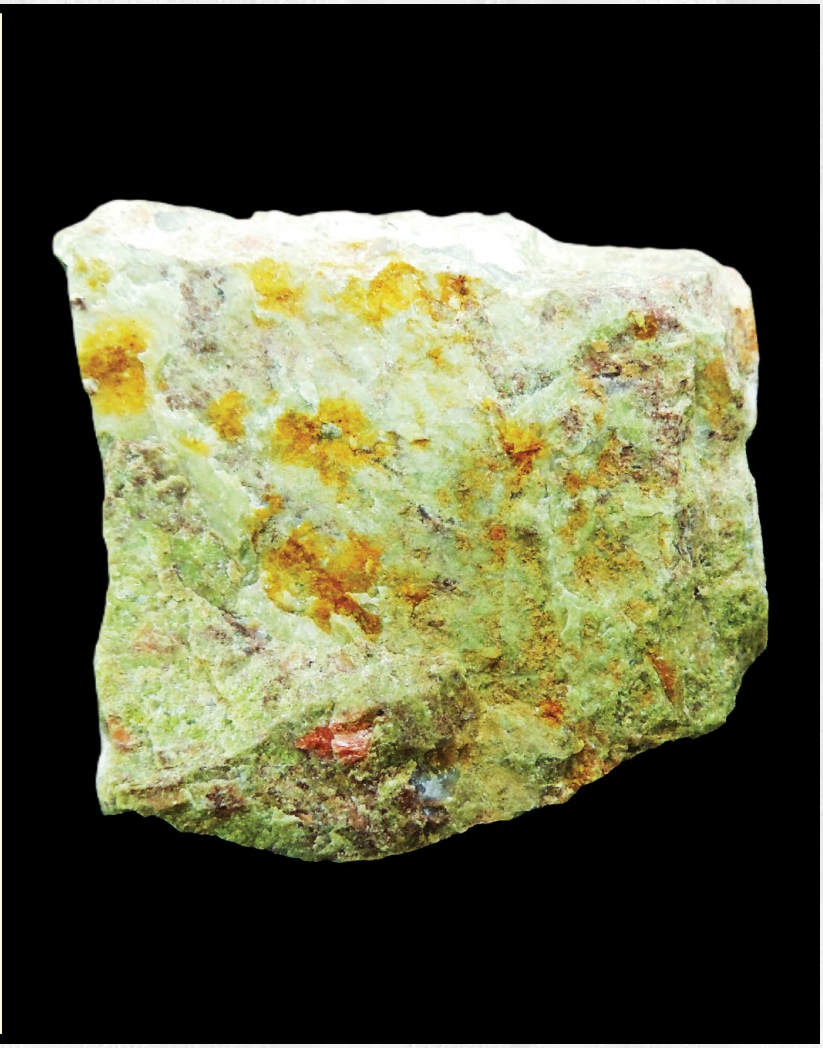
d= 3,4

Brilho: Vítreo

Clivagem: Indistinta

Cor: Verde pistache, amarelo, cinza, preto

Traço: Branco



O epidoto integra o grupo dos epidotos, juntamente com clinozoisita e piemontita. Ocorre comumente como cristais prismáticos alongados, às vezes com terminações bem definidas, ou em agregados granulares e fibrosos. O nome “epidoto” vem do grego epidosis, que significa “acréscimo” ou “aumento”, em referência à duplicação de comprimento observada em alguns de seus prismas. É um mineral típico de rochas metamórficas (como xistos e gnaisses), resultante de processos de metamorfismo de médio a alto grau, mas também pode ocorrer em rochas ígneas, especialmente granitos e dioritos. O epidoto não possui uso comercial expressivo como minério, mas é valorizado como mineral de coleção e, em alguns casos, como gema quando apresenta transparência e coloração atraente. Além disso, devido à sua estrutura cristalina, o grupo do epidoto tem despertado interesse em aplicações nucleares, pelo fato de acolher uma quantidade significativa de elementos traço de grande importância química e nuclear, tais como Pb, Sr, U, Th, Y e os elementos das terras raras. Além do mais, ele tem sido estudado para datação geológica através do método dos traços de fissão.



TECTOSSILICATOS

Os tectossilicatos são o subgrupo mineral onde os tetraedros de sílica se dispõem em um arranjo tridimensional. Eles constituem aproximadamente 64% da composição da crosta da Terra, com seus minerais estando entre os principais formadores de rochas do nosso planeta. Este importante subgrupo inclui o quartzo em todas as suas variedades, além da família dos feldspatos, tanto os ricos em potássio, como ortoclásio e microclima, quanto os plagioclásios (ricos em Na e Ca), além dos feldspatoides e zeólitas, tendo esses últimos origem hidrotermal, preenchendo cavidades vulcânicas e fraturas.

Ágata
(SiO_2)

D= 7

d= 2,7

Brilho: Vítreo a ceroso

Clivagem: Indistinta

Cor: Branca, marrom, amarela e outras

Traço: Branco



A ágata é uma variedade microcristalina do quartzo, mais especificamente, uma subvariedade da calcedônia, que se apresenta em bandas concêntricas que podem marcar a alternância entre calcedônia e opala, geralmente com cores contrastantes. Ocorre em nódulos ou geodos, muitas vezes com interior oco revestido por cristais de quartzo. A sua forma é derivada do escape de gases durante a solidificação da lava. Com o tempo, a solução rica em silício se cristaliza gradualmente, formando ágata. O nome “ágata” vem do rio Achates, na Sicília, onde foi descrita desde a Antiguidade. Forma-se principalmente em cavidades de rochas vulcânicas, como basaltos e andesitos, durante a cristalização lenta de sílica em soluções hidrotermais. As bandas coloridas resultam de variações na composição química e na presença de impurezas durante o seu crescimento. No passado, já foi usada em relojoaria e como instrumento de precisão, devido à sua dureza e resistência ao desgaste. Atualmente, ela é muito utilizada como gemas e objetos decorativos, sendo popular no artesanato e na lapidação, na produção de peças de alto valor estético. Nem toda ágata possui cor natural, na indústria, ela é frequentemente tingida.

Microclina (Amazonita) ($KAlSi_3O_8$)



D= 6

d= 2,6

Brilho: Vítreo

Clivagem: Perfeita/boa duas direções

Cor: Branco, verde amarelo, rosa

Traço: Branco

A microclina é um dos minerais do Grupo do feldspato potássico mais comuns. Ela ocorre geralmente em cristais prismáticos ou tabulares, podendo também formar massas granulares. O seu nome foi dado em 1830 por Johann Friedrich August Breithaupt e vem do grego mikros (“pequeno”) e klinein (“inclinar”), em referência ao pequeno desvio no ângulo entre seus planos de clivagem, que difere ligeiramente de 90°. É um mineral típico de rochas ígneas félsicas, como granitos e sienitos, e também pode ocorrer em pegmatitos, rochas metamórficas e sedimentares. Forma-se a partir da cristalização de magmas ricos em potássio e sílica. A microclina é usada na fabricação de vidros e cerâmicas, pois fornece alumínio, potássio e sílica. Em menor escala, ela pode ser encontrada em eletrodos de solda, abrasivos leves e na produção de materiais como uretano e espuma de látex, além de agregados para construção. Quando ocorre com coloração verde, é chamada de amazonita, que pode ser lapidada como gema e usada em joalheria e artesanato.

Calcedônia
(SiO_2)

D= 7

d= 2,7

Brilho: Ceroso, resinoso

Clivagem: Inexistente

Cor: Branca quando pura

Traço: Branco



A calcedônia é uma variedade criptocristalina de quartzo, composta por minúsculos cristais de sílica dispostos em fibras. Apresenta fratura conchoidal e coloração variada, normalmente branca, cinza-azulada ou levemente translúcida, podendo exibir tons amarelados ou acastanhados devido a impurezas. A calcedônia verde é conhecida como crisoprásio e adquire essa coloração por causa do níquel. A calcedônia ocorre em massas compactas, botrioidais, estalactíticas ou como preenchimento de cavidades em rochas. O nome vem da antiga cidade de Calcedônia (atual Kadıköy, Turquia), onde era extraída na Antiguidade. Forma-se geralmente pela precipitação de sílica em soluções hidrotermais ou em águas subterrâneas ricas em sílica, muitas vezes preenchendo fraturas, veios ou cavidades de rochas vulcânicas e sedimentares. Esse mineral é amplamente utilizado como gemas, objetos decorativos e artesanato. Historicamente, foi empregada na confecção de selos e camafeus. A ágata é uma variação da calcedônia alternada em faixas concêntricas com opala, apresentando diferentes cores.

Jaspe
(SiO_2)

D= 7

d= 2,7

Brilho: Vítreo

Clivagem: Inexistente

Cor: Vermelho, marrom, amarelo

Traço: Branco



O jaspe é uma variedade microcristalina de quartzo, composta principalmente por calcedônia misturada com impurezas minerais. Apresenta textura compacta ou granular e fratura conchoidal, podendo acumular-se quando a água rica em sílica e a baixas temperaturas (até 200°C) percolam nas fraturas e cavidades das rochas. O seu nome vem do grego iaspis, que significa “pedra manchada”. O jaspe vermelho, por exemplo, se dá pela presença da hematita como impureza, enquanto o jaspe marrom e amarelo ocorre pela presença da goetita. Os pigmentos que conferem a cor — como os óxidos de ferro citados (vermelho e amarelo) — se incorporam ao silício e ao oxigênio durante a sua formação. Esse mineral é amplamente utilizado como gemas, objetos decorativos e peças de artesanato. Por sua resistência e beleza, foi historicamente empregado em mosaicos, amuletos e utensílios. No Brasil, importantes ocorrências estão no Rio Grande do Sul, na Bahia e em Minas Gerais, muitas associadas a depósitos de ágata e calcedônia.

Leucita* ($KAlSi_2O_6$)

*Pseudoleucita (analcima e nefelina)

D= $5\frac{1}{2}$ - 6

d= 2,5

Brilho: Vítreo a terroso

Clivagem: Indistinta

Cor: Branca, cinza

Traço: Branco



A leucita ocorre como agregados granulares a densos, grãos disseminados, geralmente em cristais trapezoédricos. A leucita é instável à temperatura e pressão da superfície, alterando-se facilmente para minerais como nefelina, caulinita ou analcima. Seus cristais, mesmo quando alterados, mantêm a forma externa original; esse fenômeno é chamado de pseudomorfismo. O seu nome vem do grego leukos, que significa “branco”, em referência à sua cor típica. É um feldspatoide que se forma em rochas ígneas potássicas de composição básica a intermediária, como leucititos e fonólitos, especialmente em ambientes vulcânicos ricos em potássio e pobres em sílica. É comum em depósitos associados a vulcões da Itália, como no Vesúvio e no Monte Somma, onde foi descrita no século XVIII. A leucita é utilizada como fonte de potássio para a indústria de fertilizantes e, em menor escala, como matéria-prima para cerâmicas e vidros especiais. Na pesquisa geológica, é um mineral importante para identificar rochas de baixo teor de sílica.

Ortoclásio
($KAlSi_3O_8$)



D= 6

d= 2,6

Brilho: Vítreo

Clivagem: Perfeita/boa duas direções

Cor: Branco, incolor vermelho, rosa

Traço: Branco

O ortoclásio é um dos minerais mais comuns na crosta da Terra e as principais características diagnósticas são o brilho vítreo, a cor do traço branca, a forma dos cristais, normalmente prismáticos, e a presença de lamelas (semelhantes a estrias) na superfície do mineral. Apresenta clivagem bem definida em duas direções, característica que dá origem ao nome, que vem do grego antigo e significa “fratura reta”, pois seus dois planos de clivagem se encontram em ângulo de 90°. O ortoclásio é o constituinte mais comum da maior parte dos granitos e sienitos, associado a quartzo e albita, estando presente em outras rochas ígneas félsicas, em veios pegmatíticos, mas também em rochas metamórficas como o gnaisse e em rochas sedimentares, como o arcósio. A adulária que é uma variação translúcida a transparente desse mineral pode exibir opalescência e é popularmente conhecida como pedra da lua. Esse mineral é utilizado desde os tempos antigos como pedra preciosa, pela sua transparência e pelo jogo de cores ao receber feixes de luz. Atualmente, o ortoclásio é muito utilizado no fabrico de porcelanas e como constituinte de pós abrasivos.

Plagioclásio (Albita-Anortita) ($NaAlSi_3O_8$) a ($CaAl_2Si_2O_8$)

D= 6

d= 2,6 a 2,7

Brilho: Vítreo

Clivagem: Perfeita/boa duas direções

Cor: Branco, cinza, verde, marrom

Traço: Branco



Os plagioclásios representam uma solução sólida de feldspatos que apresentam variações de cor e densidade, relacionadas às quantidades de Ca e Na que os diferentes representantes podem ter em suas composições químicas. Os cristais são geralmente tabulares ou laminares, apresentando frequentemente geminação, marcada por faixas retilíneas formando um ângulo de 94° com a base. Os plagioclásios são minerais formadores de rocha dos mais comuns, amplamente distribuídos em rochas ígneas, aparecendo também em rochas metamórficas e, em menor quantidade, em rochas sedimentares. Em rochas ígneas, ocorrem tanto associados a minerais máficos (cores mais escuras, mais enriquecidos em Ca), por exemplo, em rochas de composição basáltica, quanto a minerais félsicos (cores mais claras, mais enriquecidos em Na) presentes em rochas graníticas. Na série contínua de cristalização do magma, os plagioclásios mais ricos em Ca se cristalizam primeiro e os mais ricos em Na são os últimos a cristalizarem. Assim temos a seguinte série de cristalização: anortita, bytownita, labradorita, andesina, oligoclásio e albita. Os plagioclásios são utilizados para fabricação de cerâmica, insumos para construção civil e também como pedras ornamentais e gemas.



As principais características diagnósticas do quartzo são o brilho vítreo, a presença de fraturas conchoidais e a forma dos cristais, caracterizada por ser prismática, com topo piramidal. O quartzo pode ter várias denominações: cristal de rocha (quando incolor), fumê (cinza), hematóide (castanho), ametista (púrpura), citrino (amarelo) e leitoso (branco). A utilização do quartzo como item decorativo é registrada desde o Antigo Egito, onde foram encontrados cristais de ametista no túmulo de Tutancâmon. O quartzo é um importante constituinte em rochas ígneas ricas em sílica, como o granito, rioloito e pegmatito, em rochas metamórficas como o quartzito e gnaisse, e de rochas sedimentares, como o arenito. Atualmente, além de ser utilizado em diversos segmentos industriais, destacam-se o seu aproveitamento como gemas para joias e sua aplicação na indústria eletrônica, por conta de suas propriedades óticas e elétricas, que tornam o quartzo um excelente material para compor circuitos elétricos presentes em computadores, smartphones e diversos outros equipamentos eletrônicos.

Sodalita
($Na_4Al_3Si_3O_{12}Cl$)



D= $5\frac{1}{2}$ - 6

d= 2,1 - 2,3

Brilho: Vítreo

Clivagem: Pobre a distinta

Cor: Azul, branca cinza, verde

Traço: Branco

A sodalita geralmente ocorre em massas compactas ou granulares; seus cristais bem formados são mais raros e pertencem ao sistema cúbico. A sua cor azul escuro e intensa ou violeta azulado auxilia na sua identificação. O seu nome vem da sua composição química rica em sódio (soda), combinado com silício, alumínio e cloro. É um feldspatoide típico de rochas ígneas alcalinas, como sienitos e nefelina sienitos. Tornou-se conhecida como gema ornamental no final do século XIX, após grandes depósitos serem descobertos no Canadá. A sodalita é amplamente utilizada como objeto decorativo, gema e rocha ornamental. Os nomes comerciais Azul Bahia, Azul Imperial e Azul Boquira compreendem rochas ricas em sodalita, que são comercializadas como destaque no setor de rochas ornamentais do Nordeste do Brasil. A sodalita, quando exposta à luz ultravioleta, pode apresentar fluorescência, sendo nas cores amarelo, branco e laranja vívidas sob ondas UV curtas e tons de cores branco-amareladas, laranja-avermelhadas, azuis, brancas e rosa sob ondas UV longas. Esse mineral é comumente confundido com o lápis-lazúli, entretanto, o lápis-lazúli é uma combinação de sodalita, pirita e outros minerais.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BARBOSA, L. M. Importância de uma coleção mineralógica – petrográfica – paleontológica e o acervo do laboratório de Geociências da UEFS. Sitientibus, Feira de Santana, n. 23, p. 9-18, jul./dez. 2000.

BONEWITZ, Ronald Louis. Nature Guide: Rocks and Minerals. 1. ed. London: Dorling Kindersley, 2012.

BRANCO, P. M. Dicionário de Mineralogia e Gemologia. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

BUSCH, R. M.; TASA, D. Laboratory Manual in Physical Geology. 9. ed. Hoboken, NJ: Prentice Hall, 2011.

DANA, James D. Manual de Mineralogia. 19. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1978.

DEER, W. A.; HOWIE, R. A.; ZUSSMAN, J. An Introduction to the Rock-Forming Minerals. 3° ed. London: Mineralogical Society of Great Britain and Ireland, 2013.

ERNEST, E. G. Minerais e rochas. Porto Alegre: Ed. Edgard Blucher, 1988.

KLEIN, Cornelis; DUTROW, Barbara. Manual de Ciência dos Minerais. 23. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

LIMA, C.C.U., 2022. Guia Prático para a Identificação de Minerais e Rochas. UEFS Editora.

LUTGENS, F. K.; TARBUCK, E. J.; TASA, D. Essentials of geology. 11. ed. Hoboken, NJ: Prentice Hall, 2012.

SKINNER, B. J. Recursos minerais da Terra. São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 1996.

WOODS, K. M. Physical Geology Laboratory Manual. 4. ed. California: Kendall Hunt, 2009.

APOIO:







ISBN: 978-65-83341-30-3

