



Minerais



044 0107 Dinâmica do Sistema Terra 1
Prof. Dr. Gaston Eduardo Enrich Rojas
Universidade de São Paulo

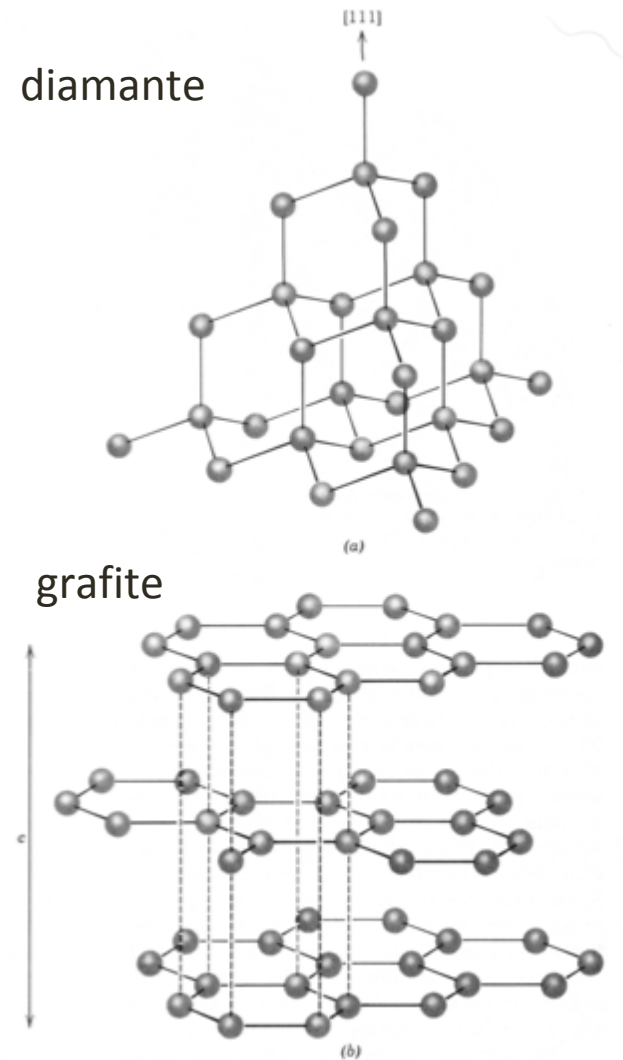
Mineral

- Um mineral é:
 - sólido homogêneo,
 - natural,
 - formado por processos inorgânicos,
 - com uma **composição química** definida (mas geralmente é não fixa),
 - um arranjo atômico altamente ordenado (**estrutura cristalina** definida).



Polimorfismo e isomorfismo

- **Polimorfos** são minerais com:
 - a mesma composição química
 - estruturas cristalinas diferentes
- Exemplo:
 - grafite (C) e diamante (C)
 - calcita (CaCO_3) e aragonita (CaCO_3)



Polimorfismo e isomorfismo

- **Isomorfos** são minerais com:
 - estrutura cristalina semelhantes
 - composição química diferente ou variável dentro de certos limites
- Exemplo:
 - calcita (CaCO_3)
 - magnesita (MgCO_3)
 - siderita (FeCO_3)

Minerais – estrutura cristalina

- A natureza das **ligações químicas** controla a estrutura dos minerais:
 - metálicas – empacotamento fechado de átomos
 - elementos nativos – Au, Pt, Cu
 - covalentes – requer átomos localizados em posições específicas
 - diamante
 - iônicas – seguem as regras de Pauling
 - grande maioria dos minerais
 - ânion: O
 - cátions: Si, Al, Fe, Mg, Ca, Na, K, etc...

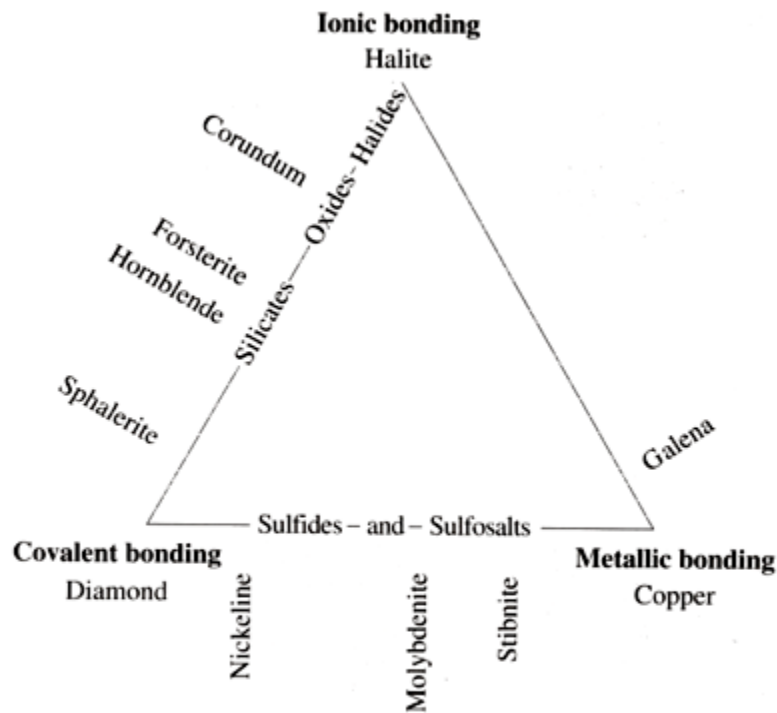


Fig. 2.5 Triangular representation of ionic, covalent, and metallic bonding with some mineral representatives.

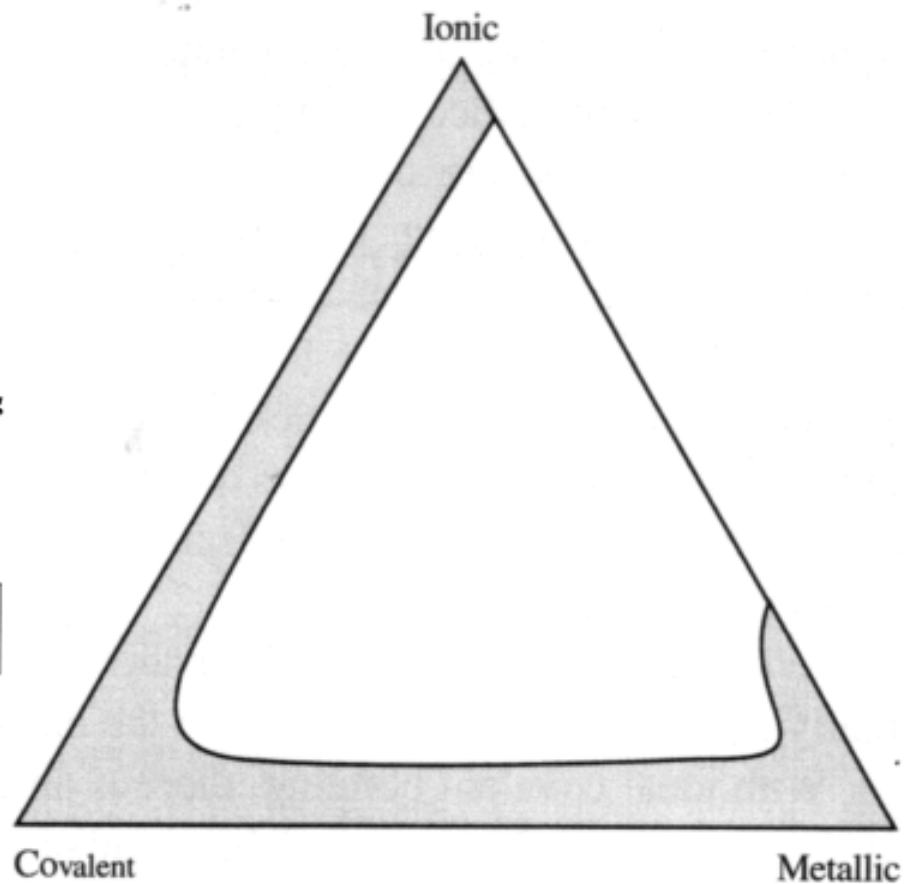


Figure 3.9 Range of bond character (shaded) found in valence-dependent bonding. Continuous variation exists between ionic and covalent bonds and between covalent and metallic bonds. Limited ionic character is found in metallic bonds between different metals.

Nomes de Minerais

- Nomes de **minerais** têm sufixo **-ita** (*dolomita*
 $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$)
- **rochas** têm sufixo **-ito** (*dolomito*, rocha composta por dolomita)
- minerais conhecidos há muito tempo podem não seguir estas regras
 - *quartzo* (SiO_2)
 - *galena* (PbS)
 - *rutilo* (TiO_2)

Nomes de Minerais

- podem indicar:
 - local de sua descoberta
 - propriedades físicas
 - composição química
 - homenagem a pessoa proeminente

Aragonita

(CaCO_3)

Molina de Aragon - ESP



Topázio

($\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{F},\text{OH})_2$)

Ilha de Topasos , Mar Vermelho



Vesuvianita

$\text{Ca}_{10}(\text{Mg},\text{Fe})_2\text{Al}_4\text{Si}_9\text{O}_{34}(\text{OH})_4$

Monte Vesúvio, ITA



Nomes de Minerais

- podem indicar:
 - local de sua descoberta
 - **propriedades físicas**
 - composição química
 - homenagem a pessoa proeminente

Magnetita



propriedades magnéticas



Albita



alusão à cor (branca)



Azurita



alusão à cor (azul)



Hematita



alusão à cor do pó (traço)
(vermelha)



Nomes de Minerais

- podem indicar:
 - local de sua descoberta
 - propriedades físicas
 - **composição química**
 - homenagem a pessoa proeminente
- Fluorita (CaF_2)
- Cromita (FeCr_2O_4)
- Calcita (CaCO_3)
- Barita (BaSO_4)
- Zircão (ZrSiO_4)
- Molibdenita (MoS_2)
- Titanita (CaTiSiO_5)
- Nacreniobsita
[[Ca,REE₈(Na,Ca)₆(Nb,Ti)₂(Si₂O₇)₄(F,O)₈]

Nomes de Minerais

- podem indicar:
 - local de sua descoberta
 - propriedades físicas
 - composição química
 - homenagem a pessoa proeminente

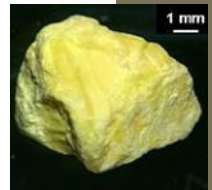
Andradita

$\text{Ca}_3\text{Fe}^{3+}_2(\text{SiO}_4)_3$
em homenagem à
José Bonifácio de Andrada e Silva



Coutinhoíta

$(\text{Th}_x\text{Ba}_{1-2x}(\text{H}_2\text{O})_y(\text{UO}_2)_2\text{Si}_5\text{O}_{13}\cdot\text{H}_2\text{O})$
em homenagem à
Prof. José Moacir Vianna Coutinho



Goethita

$\alpha\text{-Fe}^{3+}\text{O}(\text{OH})$
em homenagem à
Johann W. von Goethe



Como classificar?

- A classificação não é definida pela natureza, ela é uma convenção humana.
- Classificação é impositiva, é norma.
- Tem por objetivo: “ordenar e simplificar”
- Não se pode desenvolver uma classificação própria, todos devem falar o mesmo “idioma”.

Primeiros Tratados Sobre Minerais

~1100 AC	Índia	<i>Vedas</i>
~700 AC	China	<i>Compilações de Minerais</i>
~300 AC	Índia	<i>Descrição de Minerais</i>
384-322 AC	Grécia	<i>Aristóteles – Meteorologica</i>
370-287 AC	Grécia	<i>Teophrastus – On Stones</i>
23-79 AD	Roma	<i>Plínio – Historia Naturalis</i>
8º século AD	Pérsia	<i>Jabir ibn Hayyan</i>
9º século AD	Arábia	<i>Al Khindi</i>
980-1037 AD	Pérsia	<i>Avicenna ibn Sina</i>
1540 AD	Itália	<i>Biringuccio – Pirotecnia</i>
1556 AD	Alemanha	<i>Agricola – De Re Metallica</i>

Teofrastus (Grécia, 372 – 287 a.C)



discípulo de Aristóteles
escreveu *De Lapidibus* (grego)
um dos primeiros tratados sobre rochas
descrições de 16 minerais
base para a descoberta de alguns elementos químicos

De Re Metallica, Georgius Agricola (Georg Bauer)



Georgius Agricola (1494-1555)

obra póstuma, publicada em 1556

primeiro estudo sistemático da Terra e de suas rochas, minerais e fósseis

contribuições fundamentais para o conhecimento de mineração,

metalurgia, mineralogia, geologia estrutural e paleontologia (*De Natura Fossilium*)

foi obra de referência por mais de 200 anos

De Re Metallica, Agricola, 1556



THREE INCLINED SHAFTS, OF WHICH A DOES NOT YET REACH THE TUNNEL; B REACHES THE TUNNEL; TO THE THIRD, C, THE TUNNEL HAS NOT YET BEEN DRIVEN. D—TUNNEL.

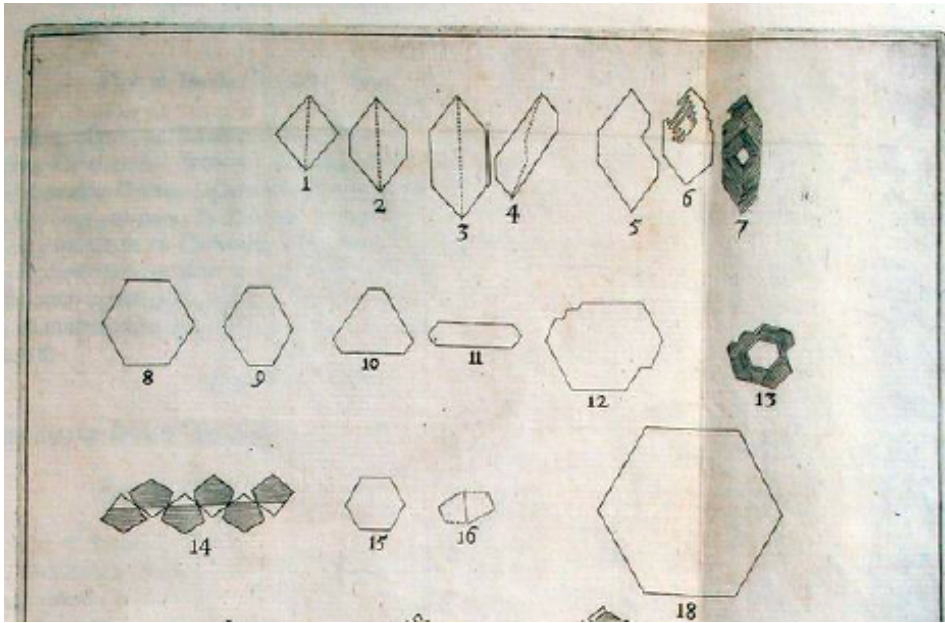


A—WOOD. B—BRICKS. C—PAN. D—FURNACE. E—CRUCIBLE. F—PIPE. G—DIPPING-POT.



A—FURNACE. B—ENCLOSED SPACE. C—ALTERNOUS SOLE. D—DEEP LADLE. E—CRUCIBLE. F—LAUNDER. G—TROUGH.

Nicolau Steno (Niels Stensen) 1638 - 1686



médico, naturalista e teólogo

estudo sobre a **constância dos ângulos entre as faces dos minerais**

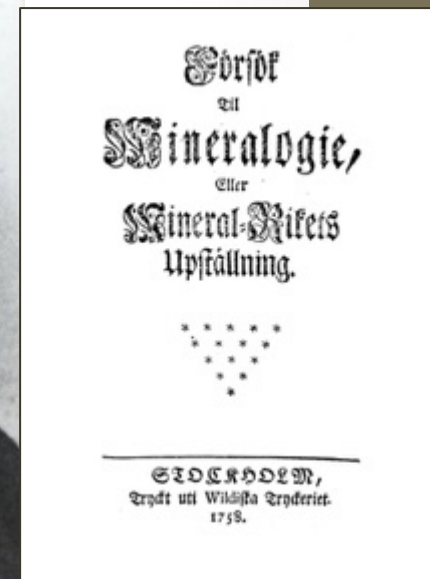
contribuições fundamentais para a paleontologia e para a estratigrafia

(três princípios de Steno)

grande anatomista, descobriu as glândulas lacrimais (*glândulas de Steno*)

Classificação sistemática de minerais

- Jöns Jakob Berzelius (1779 – 1848)
 - Desenvolvimento de classificação mineral (1814) baseada nos elementos (ou grupos) mais eletronegativos, dividindo-os em classes, como óxidos, haletos, fosfatos, sulfatos e silicatos



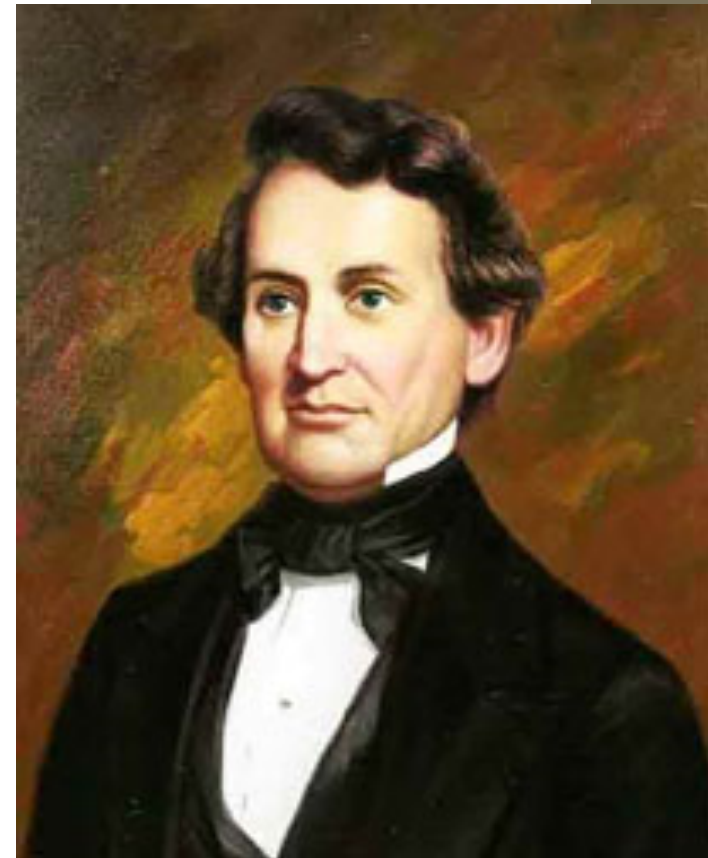
Jöns Jakob Berzelius,
um dos fundadores da química moderna

A Classificação Mineral

- *System of Mineralogy*

James Dwight Dana
(1813 - 1895)

- Primeira Edição (1837): marco na Mineralogia
- 4ª edição (1854): Classificação utilizando as bases da química “moderna” de Berzelius
- 23ª edição (2007): atual - tradução p/ português (2012)



Classificação de minerais

- Associação Mineralógica Internacional (IMA) fundada em 1959
 - Comissão de Novos Minerais e Nomes de Minerais (CNMNM)
 - <http://www.ima-mineralogy.org/>



A Classificação Mineral

- divisão em **classes** de acordo com **ânion ou grupo aniônico**:
 - semelhanças físicas e morfológicas
 - siderita (FeCO_3) \sim calcita (CaCO_3) \sim magnesita (MgCO_3)
 - siderita (FeCO_3) \neq pirita (FeS_2) \neq hematita (Fe_2O_3)
- minerais com o mesmo radical aniônico em geral se formam por processos semelhantes e tendem a ocorrer juntos na natureza

A Classificação Mineral

- **classes** são divididas em **grupos** por critérios químicos
 - ex.: grupo dos feldspatos, grupo dos piroxênios, grupo das micas
- os **grupos**, por sua vez, são constituídos por **espécies minerais**

A Classificação Mineral

- variações químicas pouco expressivas, podem ser designadas **variedades**
 - p. ex. variedades de berilo $[Al_2Be_3Si_6O_{18}]$



esmeralda (contém pequenas quantidades Cr^{3+})



água marinha (contém pequenas quantidades de Fe^{2+} e Fe^{3+})

“Hierarquias” da Mineralogia

- **CLASSE MINERAL** (Óxidos, Sulfatos, Silicatos, Carbonatos, etc)
 - **SUBCLASSE MINERAL** (Nesosilicato, Inossilicato, Tectosilicato, etc)
 - **GRUPO MINERAL** (Grupo dos Piroxênios, dos Anfibólios, das Micas)
 - **ESPÉCIE MINERAL** (Diopsídio, Hornblenda, Biotita, Ortoclásio)
 - **VARIEDADE MINERAL**: variações químicas pouco expressivas de determinadas espécies

TABELA 15.1 Classes químicas representadas no banco de dados de Mandarinino*

Classe química	Número
Acetatos	3
Antimoniatos	13
Antimonitos	8
Arseniatos	256
Arsenietos	29
Boratos	135
Carbetos	7
Carbonatos	234
Cromatos	18
Citratos	1
Formiatos	2
Germanatos	3
Haletos	150
Iodatos	11
Molibdatos	24
Elementos nativos, ligas	90
Nitratos	15
Nitretos	5
Orgânicos	18
Oxalatos	17
Óxidos e hidróxidos	411
Fosfatos	438
Fosfetos	3
Selenatos	2
Selenitos	21
Silicatos	1.139
Sulfatos	301
Sulfetos, selenetos, teluretos, sulfossais	624
Sulfitos	4
Teluratos	21
Teluritos	33
Tungstatos	18
Vanadatos	69
Oxissais de vanádio	32
Total	4.155

38 classes
de minerais

* Dados gentilmente cedidos por J. A. Mandarinino, Toronto, Ontário, Canadá; março de 2006.

Classificação dos minerais

- Principais classes:

classe	Nº aproximado de espécies	Exemplos
Elementos Nativos	~ 100 minerais	Diamante C, Ouro Au
Sulfetos	~ 600 minerais	Pirita FeS ₂
Óxidos e Hidróxidos	~ 500 minerais	Hematita Fe ₂ O ₃ , Gibbsita Al(OH) ₃
Haletos	~ 150 minerais	Halita NaCl, Fluorita CaF ₂
Carbonatos	~ 280 minerais	Calcita CaCO ₃
Sulfatos	~ 300 minerais	Barita BaSO ₄
Fosfatos	~ 500 minerais	Apatita Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH
SILICATOS	~ 1300 minerais	Quartzo SiO ₂

Outras classes: cromatos, nitratos, boratos, arsenatos, vanadatos, etc.

Pratica no museu do IGc-USP

- Formem grupos
- Cada grupo fica com uma classe mineral
 - dessa classe escolhe dois minerais da vitrine do museu
 - levantam informações sobre **uso**, origem do **nome** e **ocorrência** (livro ou wikipédia)
 - ao final explicam para os colegas

elementos nativos



pepita Au
27,21 kg
47 × 20 × 9 cm
Hand of Faith
26 Sep 1980
Victoria, Australia
Golden Nugget Las Vegas
(~US\$ 1milhão)



Cu, Alaska (3 toneladas)

elementos nativos



Grafite (C) - Angola

<http://www.mindat.org/photo-91107.html>



diamante (C)



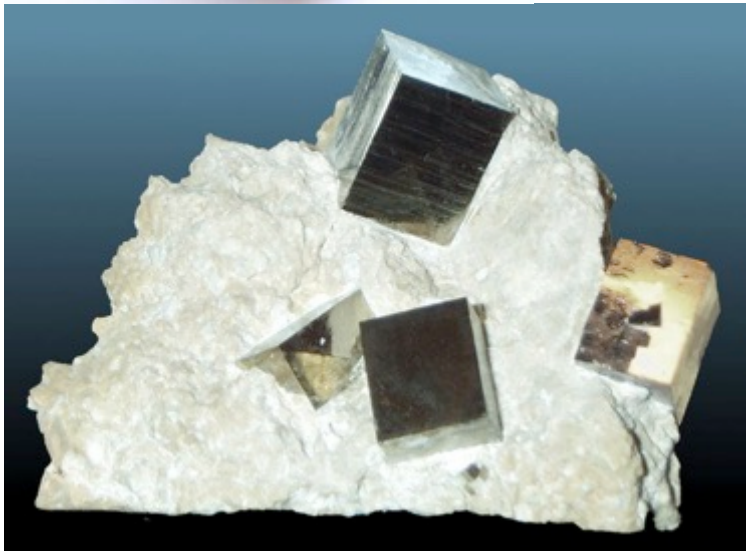
Enxofre (S) - Sicília, Itália

<http://www.mindat.org/photo-80361.html>

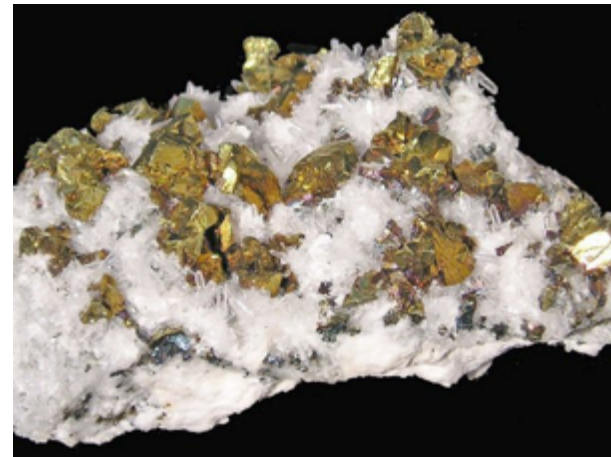
sulfetos



galena (PbS)



pirita (FeS₂)



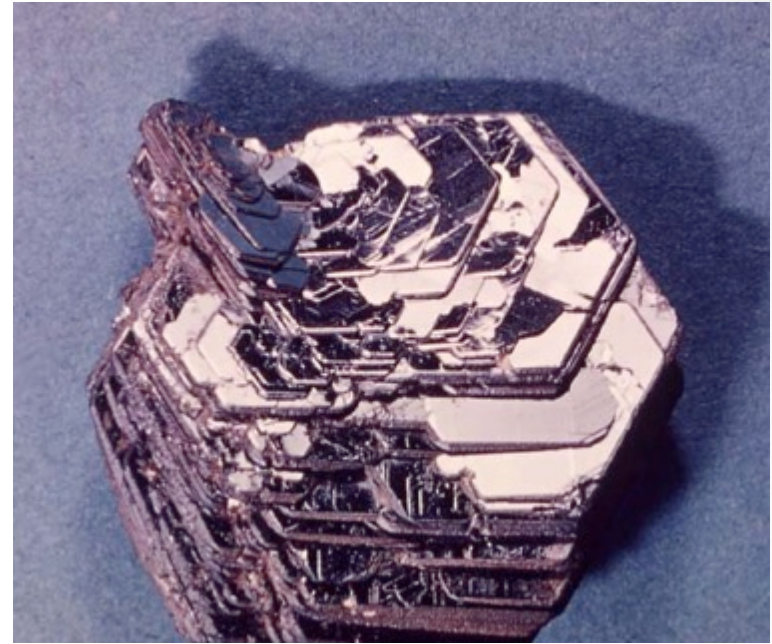
calcopirita (FeCuS₂)

<http://www.mindat.org/photo-148933.html>

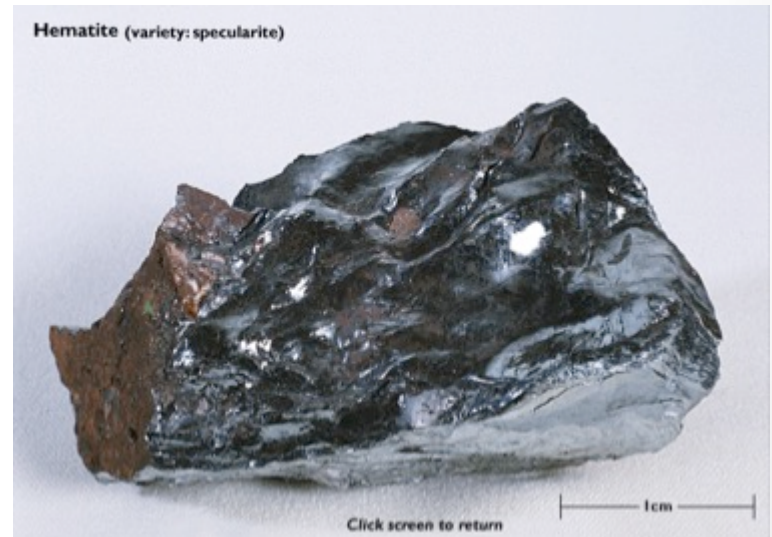
óxidos



magnetita (Fe_3O_4)



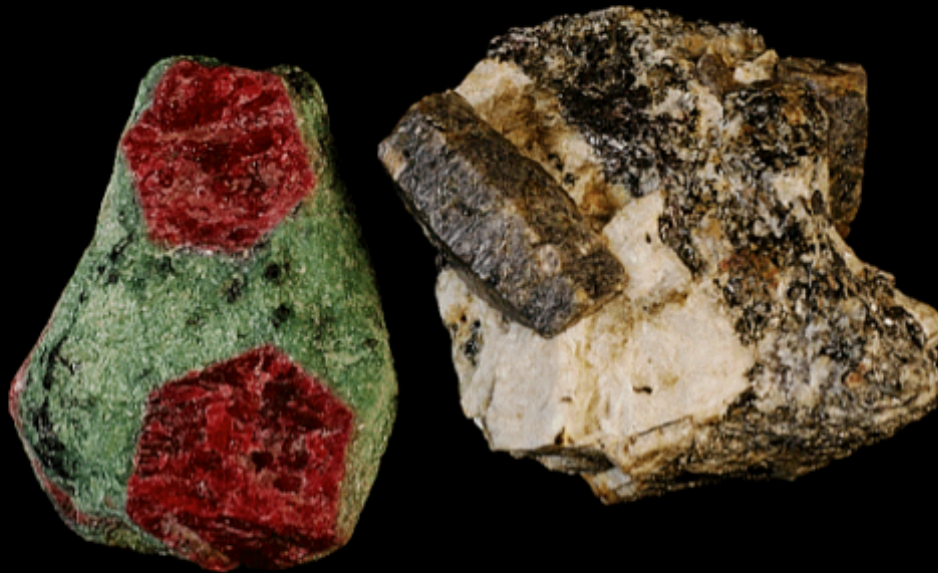
hematita (Fe_2O_3)



hematita (Fe_2O_3)

óxidos

Corundum (ruby in chromian zoisite and
common corundum in feldspar-mica gneiss)



Click screen to return

Córidon (Al_2O_3), variedade rubí (esquerda) e
comum à esquerda



Córidon, variedade safira, Paraíba, Brasil
www.mindat.org

óxidos



ilmenita (FeTiO_3)

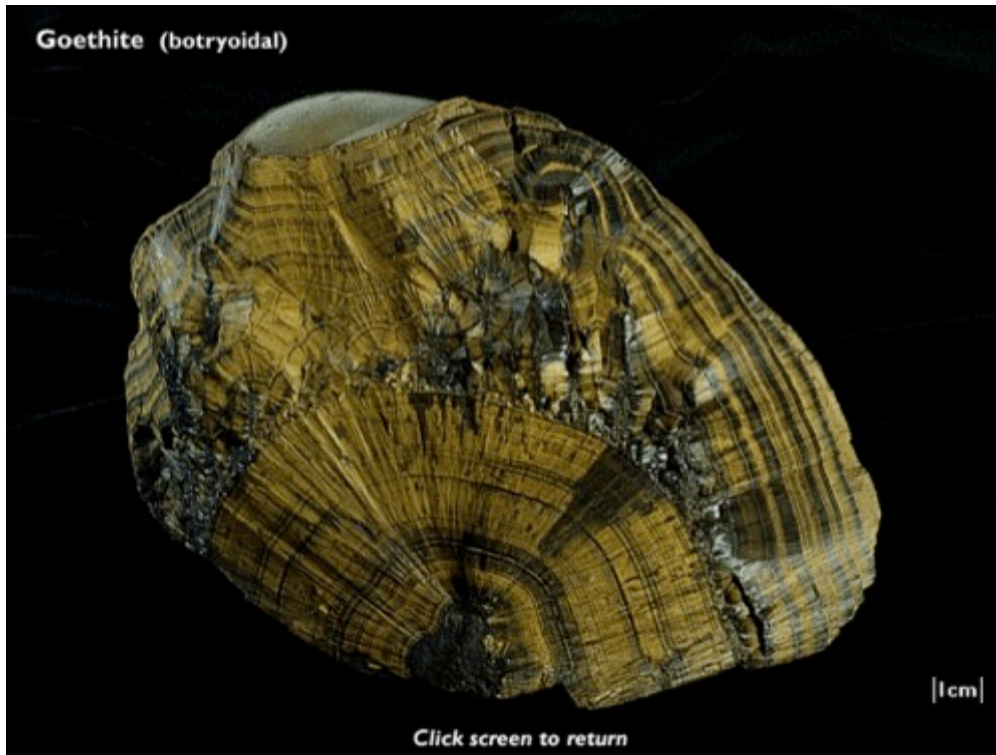
<http://www.mindat.org/photo-444061.html>



rutilo (TiO_2)

<http://www.mindat.org/photo-37829.html>

Hidróxidos



goethita $\alpha\text{-FeO(OH)}$



gibbsita Al(OH)_3

Hidróxidos - bauxita

não é um mineral

branco, cinza, amarelo, vermelho

mistura de óxidos hidratados de Al:

- gibbsita (principal)
- diásporo
- boehmita

importante minério de alumínio

alteração de rochas aluminossilicáticas em condições tropicais



Photographie F.C pour monanneeaucollege.com

Hidróxidos - limonita



amorfa ou criptocristalina

maciça, terrosa ou botrioidal

amarela, laranja, castanho, preto-acastanhado

nome descritivo de uma mistura

indeterminada de óxidos e hidróxidos de ferro

goethita + lepidocrocita (criptocristalinas)

+ água adsorvida \pm hematita



haletos



halita (NaCl)



fluorita (CaF₂)

fosfatos



apatita $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH}, \text{F}, \text{Cl})$

carbonatos



calcita (CaCO₃)



aragonita (CaCO₃)

carbonatos

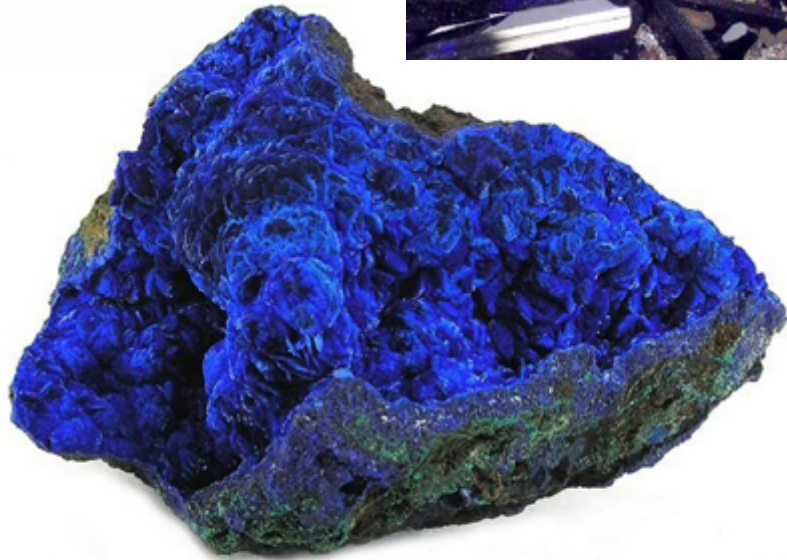


calcite



dolomite

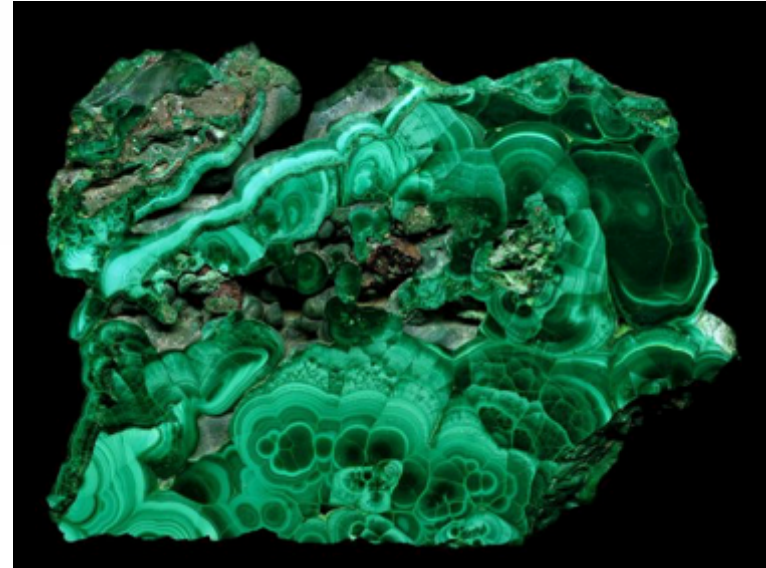
carbonatos



azurita $[\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2]$

<http://www.mindat.org/photo-62370.html>

<http://www.mindat.org/photo-18527.html>



malaquita $[\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2]$

<http://www.mindat.org/photo-340782.html>

sulfatos

anidros – grupo da barita (BaSO_4)

hidratados – grupo da gipsita ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

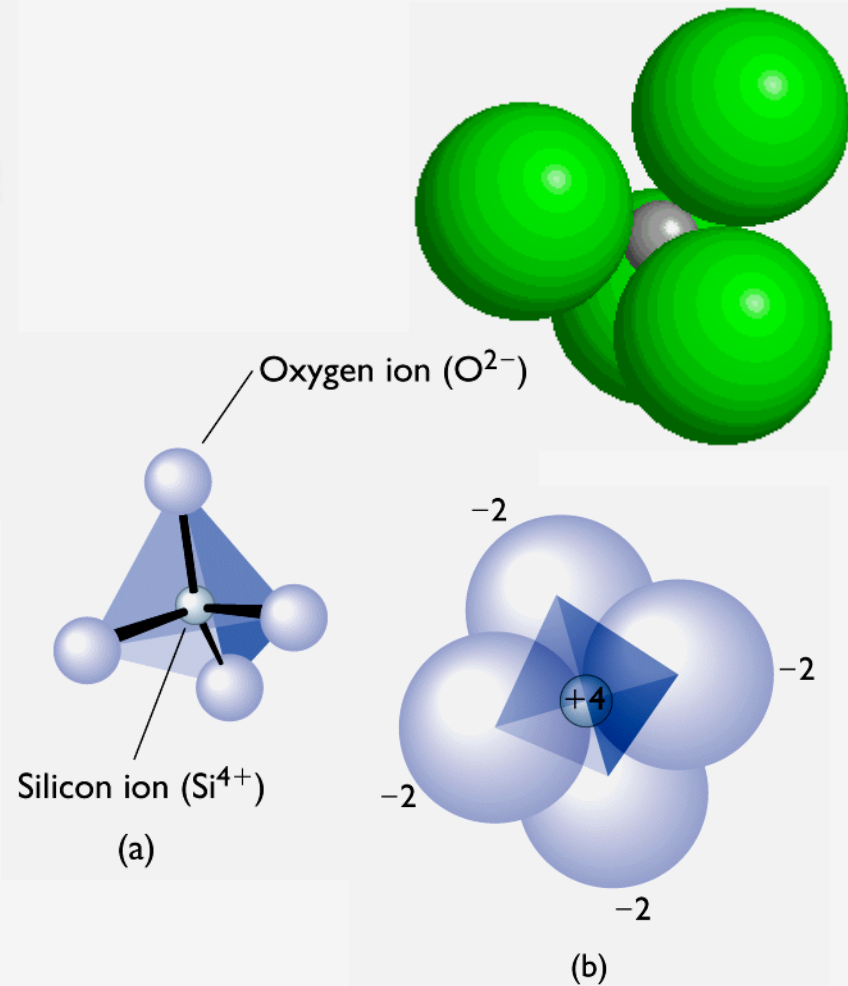
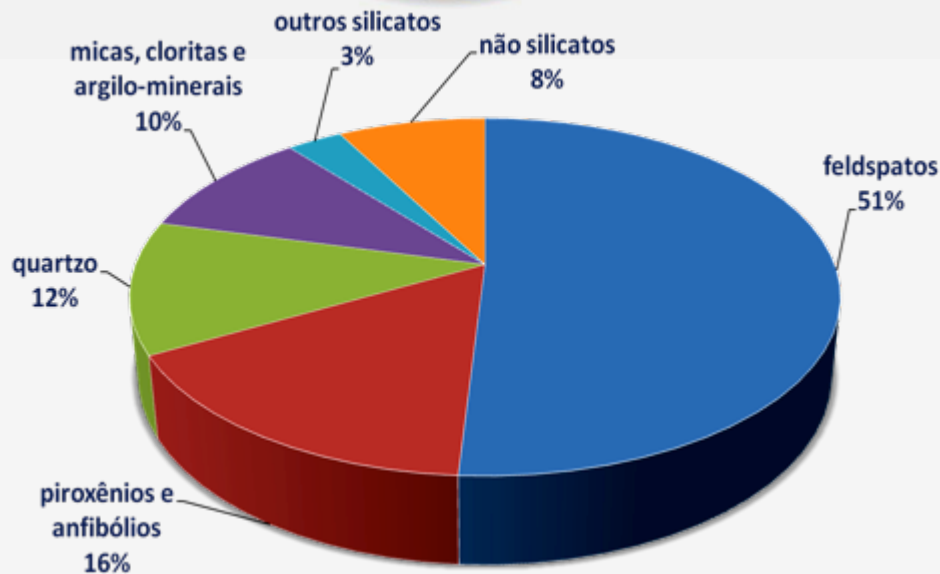
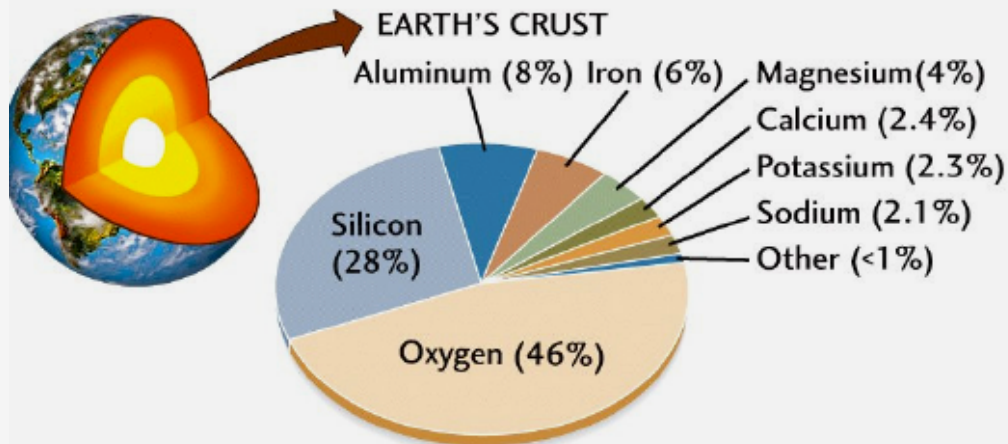


barita (BaSO_4)



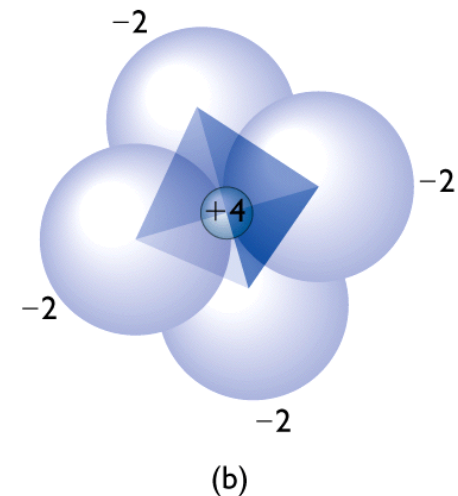
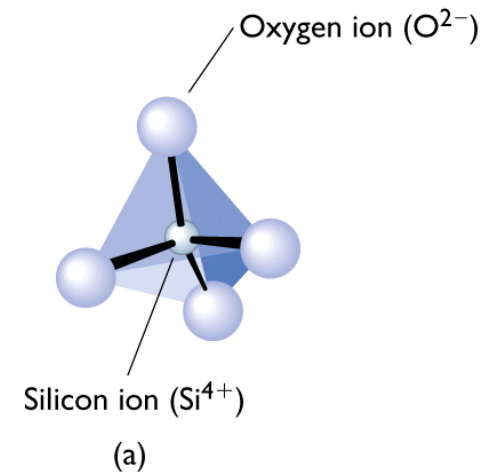
gipsita ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

silicatos



Silicatos

- Minerais mais abundantes da crosta e do manto terrestre.
- Unidade fundamental: grupo aniônico **$[\text{SiO}_4]^{4-}$** .
- Forma do grupo aniônico **tetraédros**
- Essa unidade fundamental é capaz de **polimerização**.
- As diferentes combinações do tetraédros de SiO_4 formam as diferentes **subclasses** de silicatos



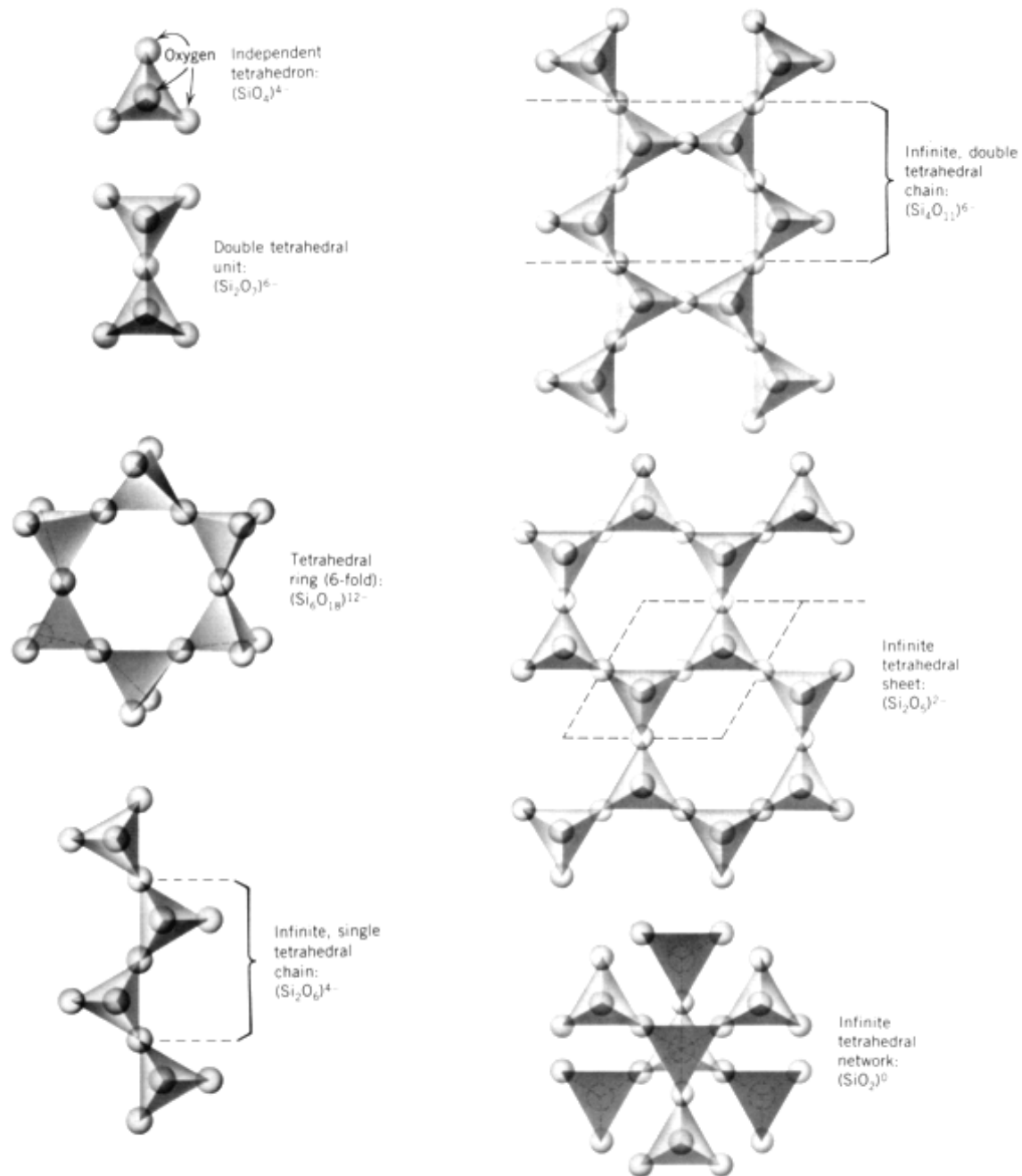


FIG. 4.49 Examples of some of the common linkages of (SiO_4) tetrahedra in silicates. The oxygen that links two tetrahedra is known as the "bridging" oxygen.

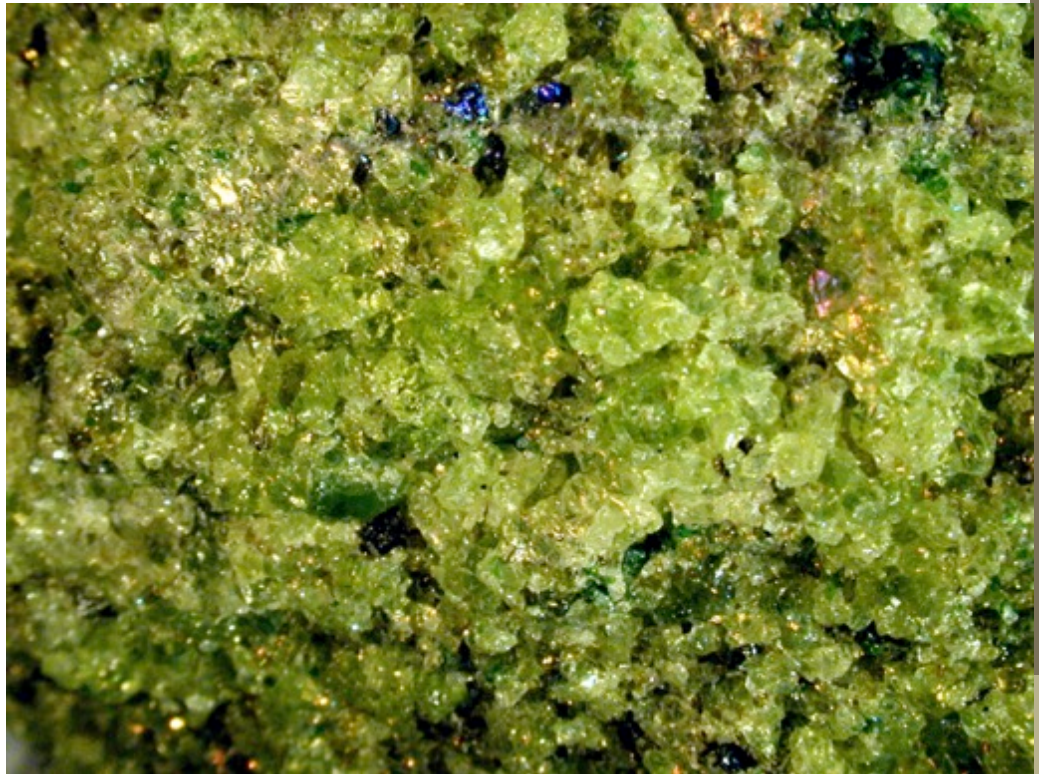
Classificação dos silicatos

Subclasse	Arranjo dos tetraedros SiO_4	Relação Si:O	Exemplo
Nesosilicatos	isolados	1:4	Olivina $(\text{Mg, Fe})_2\text{SiO}_4$
Sorosilicatos	duplo	2:7	Hemimorfita $\text{Zn}_4(\text{Si}_2\text{O}_7)\text{OH}\cdot\text{H}_2\text{O}$
Ciclossilicatos	anéis	1:3	Berilo $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{Si}_6\text{O}_{18})$
Inossilicatos	cadeias simples	1:3	Enstatita $\text{Mg}_2(\text{Si}_2\text{O}_6)$
Inossilicatos	cadeias duplas	4:11	Tremolita $\text{Ca}_2\text{Mg}_5(\text{Si}_8\text{O}_{22})(\text{OH})_2$
Filossilicatos	folhas	2:5	Talco $\text{Mg}_3(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2$
Tectossilicatos	estruturas tridimensionais	1:2	Quartzo SiO_2

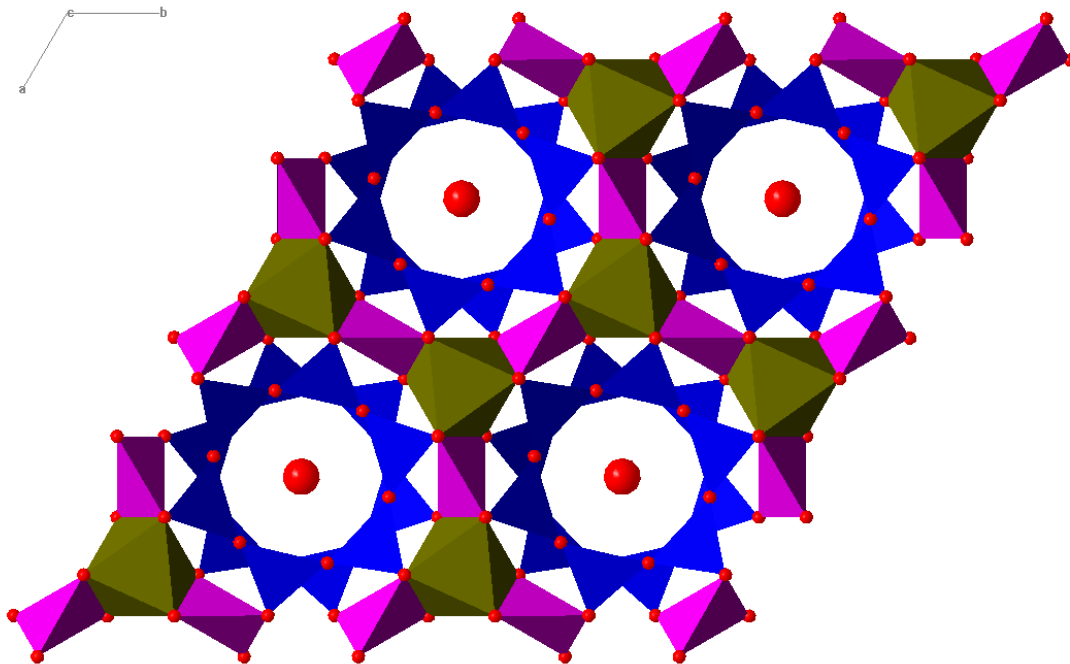
Tetraedros isolados (nesossilicatos)

ex. olivina $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$

(d) Isolated
tetrahedra



Tetraedros em anéis (ciclossilicatos)



variedade: água-marinha



variedade: esmeralda

Tetraedros em cadeias (inossilicatos)

ex. grupo do piroxênio

diopsídio $\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6$

(e) Single
chains



Tetraedros em cadeias (inossilicatos)

ex. grupo do anfibólio

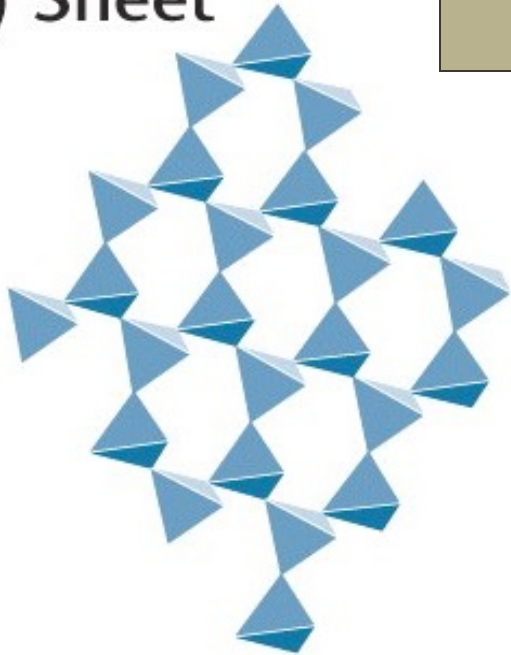
(f) Double
chains



Tetraedros em folhas (filossilicatos)

ex. micas (biotita e muscovita)

(g) Sheet





mica

Tetraedros em estrutura 3D (tectossilicatos)

Ex. Feldspato e quartzo

(h) Framework



Feldspatos



Quartzo



quartzo (ametista)



quartzo (citrino)



quartzo leitoso



quartzo (cristal de rocha)



quartzo rosa com
fratura conchoidal



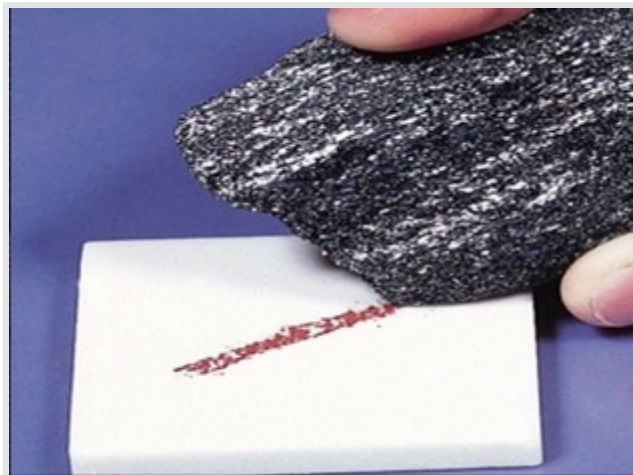
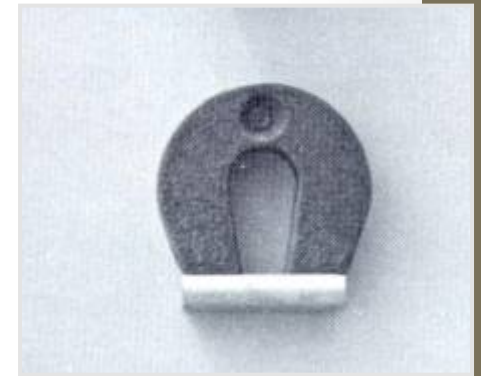
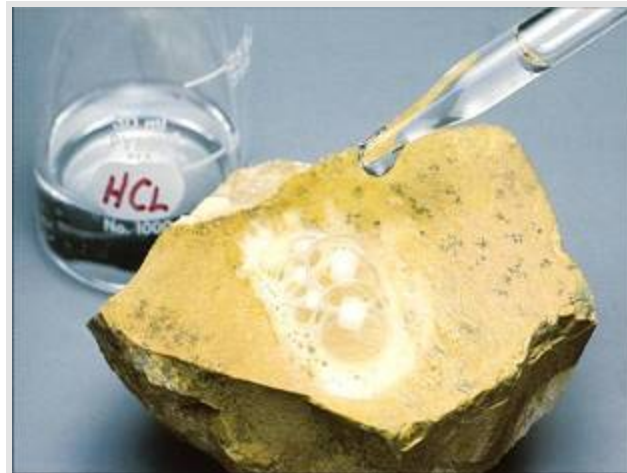
quartzo

Identificação e caracterização dos minerais

- Identificação e caracterização por:
 - observação macroscópica (**propriedades físicas**);
 - exame microscópico (propriedades ópticas);
 - difração de raios X;
 - análise química.
 - etc... (existem muitos métodos analíticos disponíveis)
- As propriedades físicas dos minerais dependem de sua **estrutura** e de sua **composição química**.
 - Tipo e intensidade das **ligações químicas**.
- Depende dos objetivos, do tempo e do custo
 - Uma identificação mineral rápida pode ser feita com base em algumas propriedades físicas.

Propriedades físicas

As propriedades físicas constituem a base da identificação dos minerais em amostra de mão.



- Canivete
- HCl diluído
- Imã
- Placa de porcelana
- Lupa

Propriedades físicas (Classificação de campo)

- hábito e forma
- clivagem e fratura
- dureza (escala de mohrs)
- cor, brilho, cor do traço e transparência
- teste com HCl
- densidade relativa
- magnetismo
- propriedades organolépticas

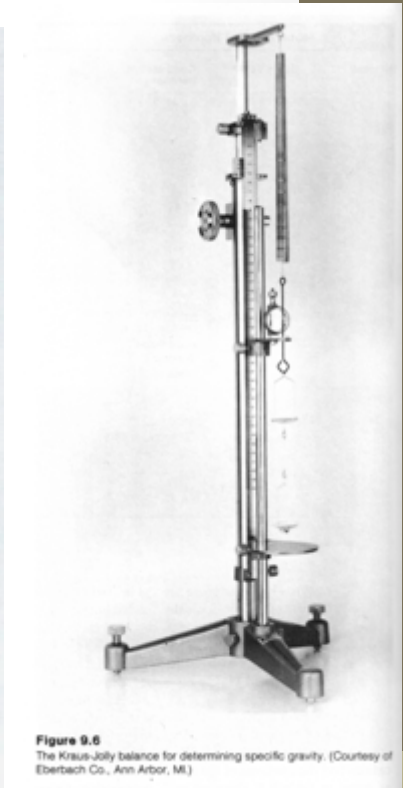
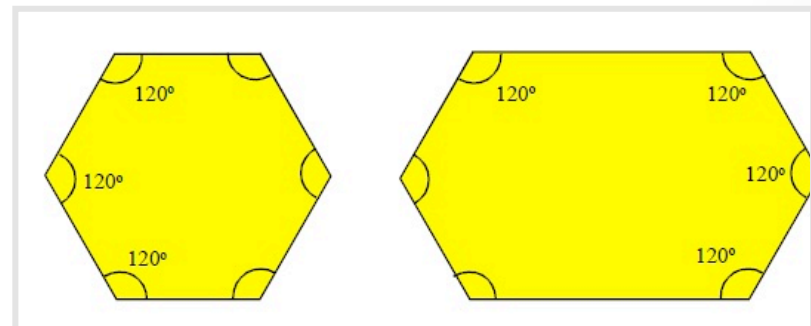


Figure 9.6
The Kraus-Jolly balance for determining specific gravity. (Courtesy of Eberbach Co., Ann Arbor, MI.)

Fonte: Blackburn & Dennen, 1994

Hábito

- **Hábito** é a forma geométrica externa do mineral ou agregado (aparência geral)
- Reflete a estrutura cristalina
- Os cristais com hábito se formam quando houver condições para que suas faces cristalinas possam se desenvolver (quando o meio em que se encontram não inibe a formação das faces).
- O tamanho das faces cristalinas varia, mas o ângulo entre elas não (Nicolaus Steno – 1669);



Hábito

- **Equidimensional** – as formas assumidas pelos cristais tendem a apresentar dimensões iguais nas 3 direções espaciais.
- **Prismático** – uma das dimensões predomina sobre as outras duas, resultando formas alongadas.
- **Acicular** – predomínio exagerado de uma das dimensões confere a forma de agulha aos cristais (prisma muito alongado).
- **Tabular** – duas das dimensões predominam sobre uma terceira, configurando-se formas achatadas.
- **Placóide** – o mineral se apresenta em folhas ou placas.

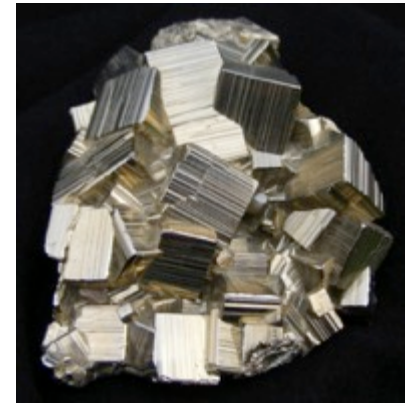
Hábito



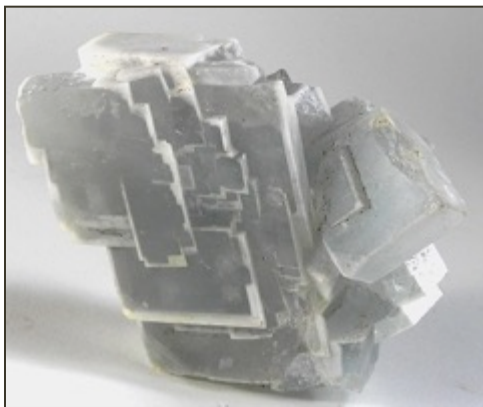
equidimensional
(granada)



prismático
(quartzo)



cúbico
(pirita)



tabular
(barita)



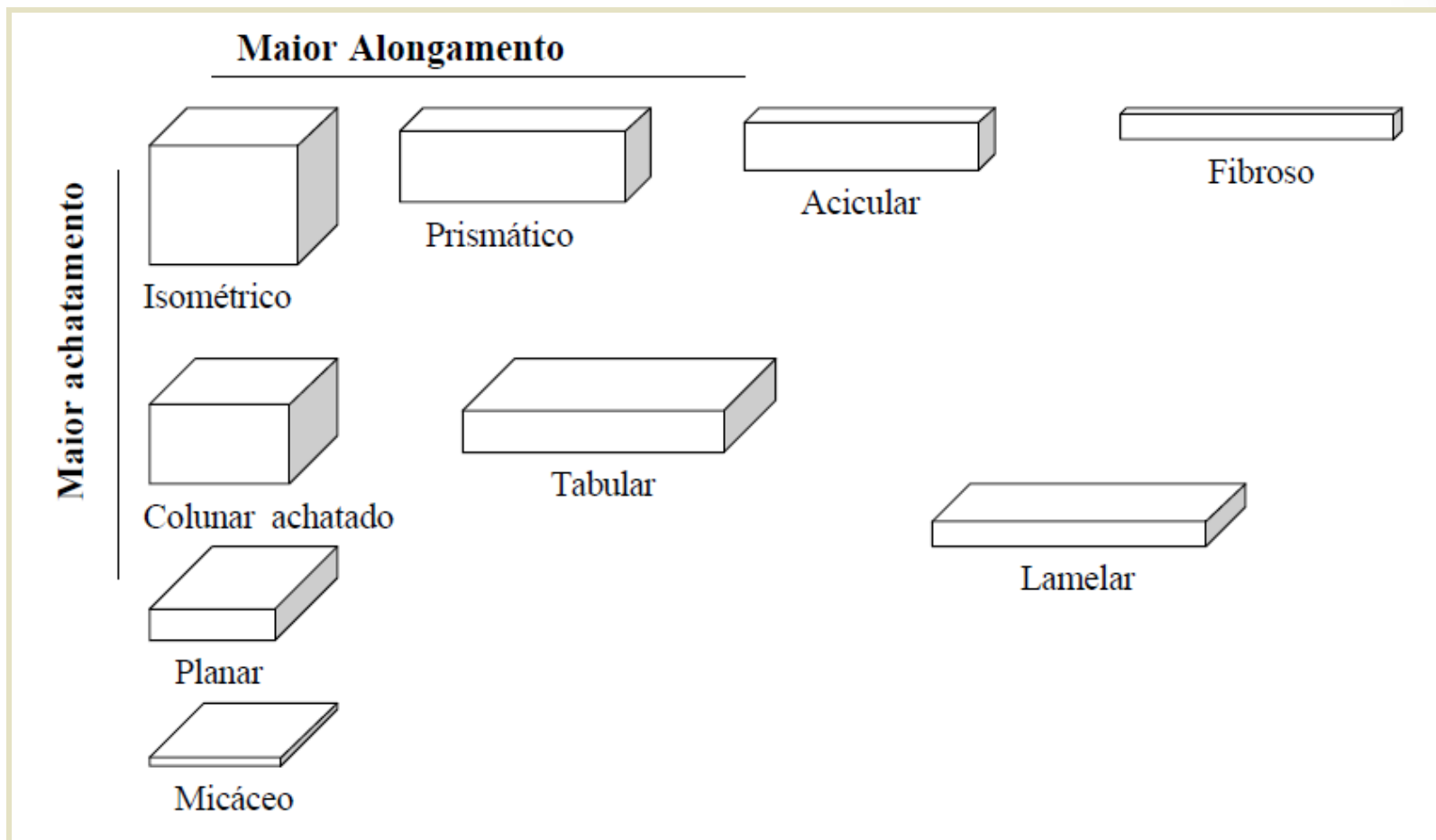
acicular
(aragonita)



placóide
(mica)

Hábito

- Hábitos de cristais ou grãos individuais de minerais em função das suas dimensões relativas.



Clivagem e fratura

- **Fratura** é a superfície irregular e curva de quebra dos minerais.
- A fratura pode ser:
 - plana
 - irregular
 - conchoidal



fratura conchoidal (quartzo)

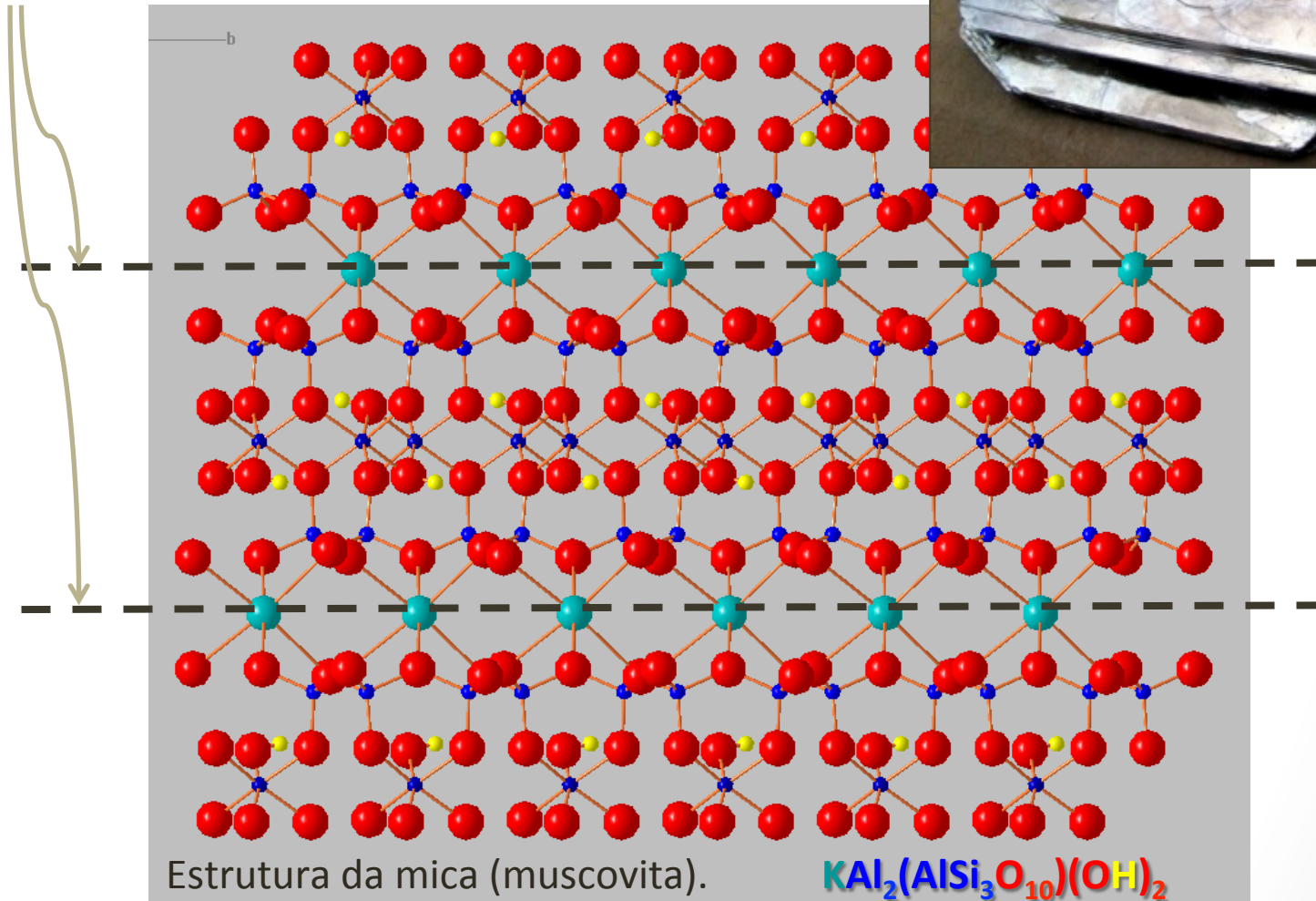
Clivagem e fratura

- **Clivagem** é uma superfície plana de quebra de um mineral, em direções pré-determinadas pela sua estrutura cristalina
 - Pode estar presente em mais de uma direção, de acordo com o mineral.
 - Uma superfície de clivagem é uma superfície de quebra, enquanto que uma face cristalina é uma superfície de crescimento.

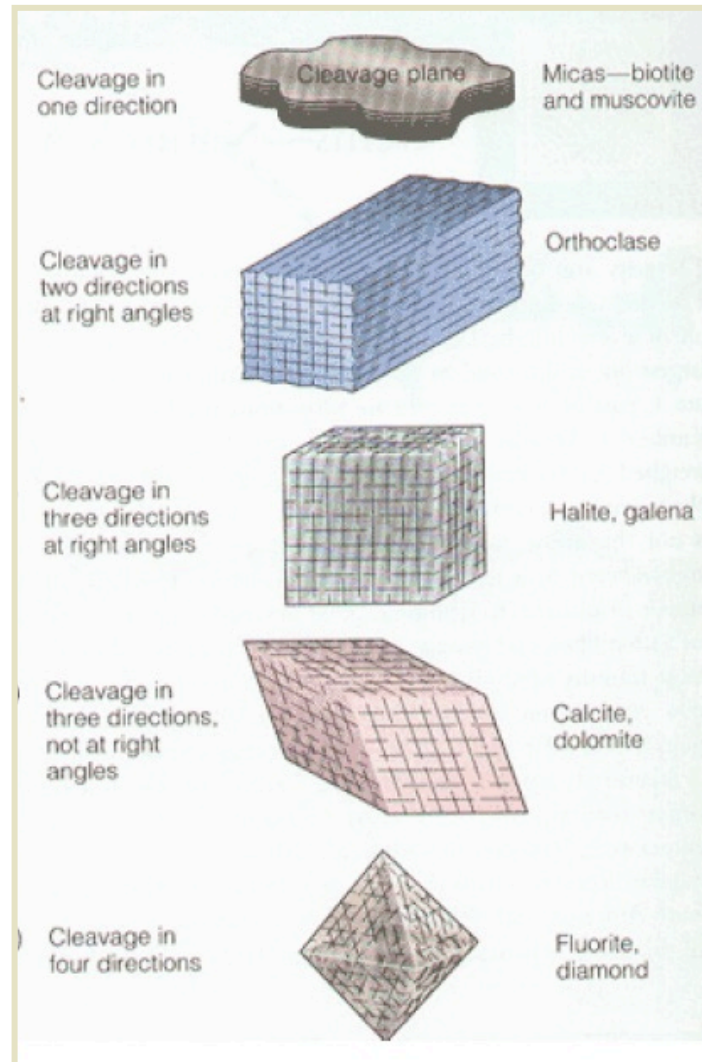


Clivagem e fratura

planos de clivagem da muscovita



Clivagem e fratura

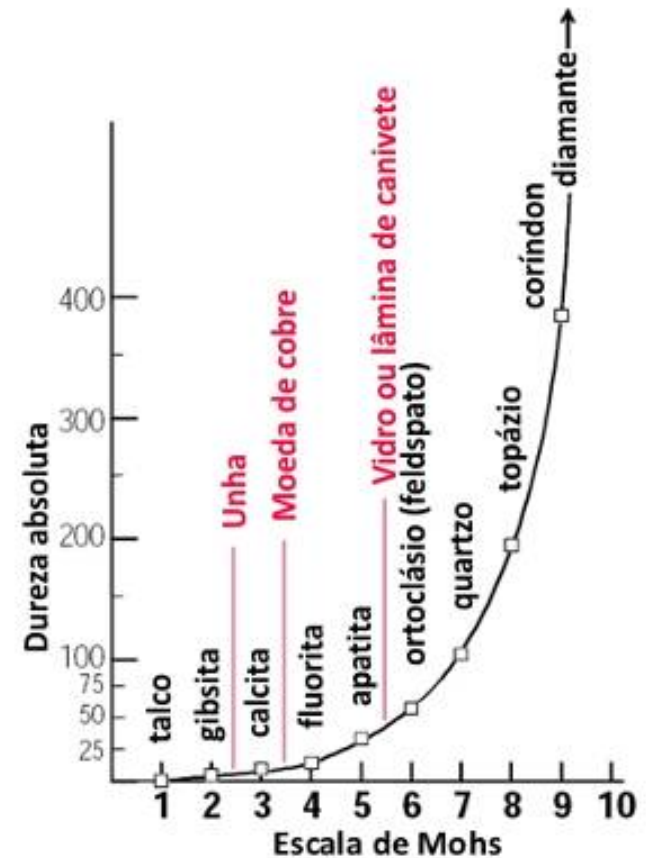


Clivagem e fratura

- A clivagem pode ser medida por sua qualidade:
 - **perfeita**: o mineral quebra facilmente e forma uma superfície de clivagem lisa que reflete bem a luz
 - **boa** (proeminente): relativamente fácil de produzir, mas a superfície é interrompida por outras fraturas que são menos contínuas
 - **distinta, indistinta e fraca**: representam superfícies de clivagem progressivamente menor desenvolvidas.
- **Partição**: é a superfície plana que parece uma clivagem mas é fosca porque possui pequenas imperfeições e descontinuidades

Dureza

- Refere-se à **resistência relativa** de um mineral **ao ser riscado**.
- O grau de dureza é determinado comparando a facilidade ou dificuldade com que um mineral é riscado por outro ou por um objeto de dureza conhecida.
- Utiliza-se uma escala formada por 10 minerais comuns conhecida como **Escala de Mohs** (não representa intervalos regulares de dureza absoluta).



Dureza - Escala de Mohs

1 – Talco	$\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	Palito de fósforo (± 1)
2 – Gipsita	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Unha (± 2)
3 – Calcita	CaCO_3	
4 – Fluorita	CaF_2	Prego (± 4)
5 – Apatita	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$	Aço – canivete ($\pm 5,5$)
6 – Feldspato	$\text{K}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$	Vidro ($\pm 5,5$)
7 – Quartzo	SiO_2	Porcelana ($\pm 6,0$)
8 – Topázio	$\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{F}, \text{OH})_2$	
9 – Coríndon	Al_2O_3	
10 - Diamante	C	

Escala de dureza de Mohs

1 - TALCO



2 - GIPSITA



3 - CALCITA



4 - FLUOTITA



5 - APATITA



6 - FELDSPATO



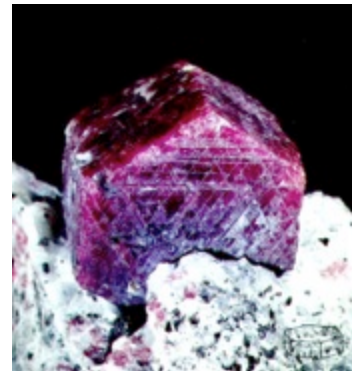
7 - QUARTZO



8 - TOPÁZIO



9 - CORÍNDON



10 - DIAMANTE



Brilho e transparência

- **Brilho** é a quantidade de luz refletida pela superfície do mineral:
 - Brilho **metálico** (aparência de metal)
 - Brilho **não metálico** (vítreo, resinoso, adamantino, perláceo, sedoso, etc.)



Brilho e transparência

Brilhos não metálicos



Quartzo

Vítreo: brilho típico do vidro ou do quartzo



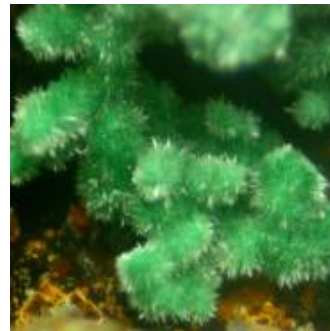
Talco

Nacarado ou perláceo: como o da madrepérola, típico dos silicatos lamelares como o talco e as micas. Causado por clivagens paralelas à superfície em escala microscópica



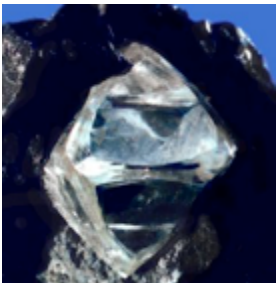
Enxofre

Resinoso ou gorduroso: brilho típico da resina, causada por uma superfície irregular em escala microscópica



Malaquita

Sedoso: aspecto brilhante semelhante à seda; característico de muitos minerais fibrosos.



Diamante

Adamantino: minerais excepcionalmente brilhantes como o diamante (minerais com alto índice de refração)



Caolinita

Terroso ou mate: superfícies opaca, sem brilho, geralmente observado em agregados muito finos.

Brilho e transparência

- **Transparência** é a propriedade que os minerais têm de deixar passar ou absorver a luz:
 - Transparentes: quartzo, feldspato, mica, calcita
 - Opacos: pirita, galena e metais, em geral



Cor e traço

- A **cor** depende da absorção seletiva da luz
- Os minerais são classificados em:
 - idiocromáticos, aqueles com cor própria constante
 - alocromáticos, aqueles com cor variável



enxofre: idiocromático

Cor e traço

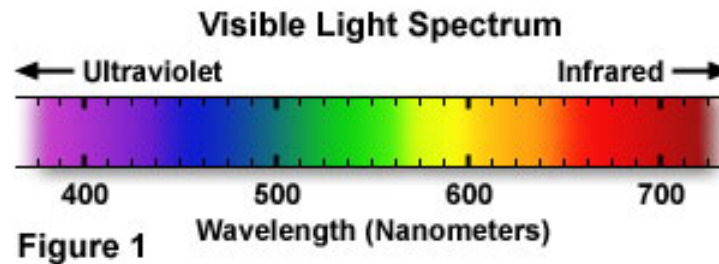
- A **cor** depende da absorção seletiva da luz
- Os minerais são classificados em:
 - idiocromáticos, aqueles com cor própria constante
 - alocromáticos, aqueles com cor variável



quartzo: alocromático

Cor e traço

- A **cor** é a resposta do olho ao intervalo da luz visível do espectro eletromagnético



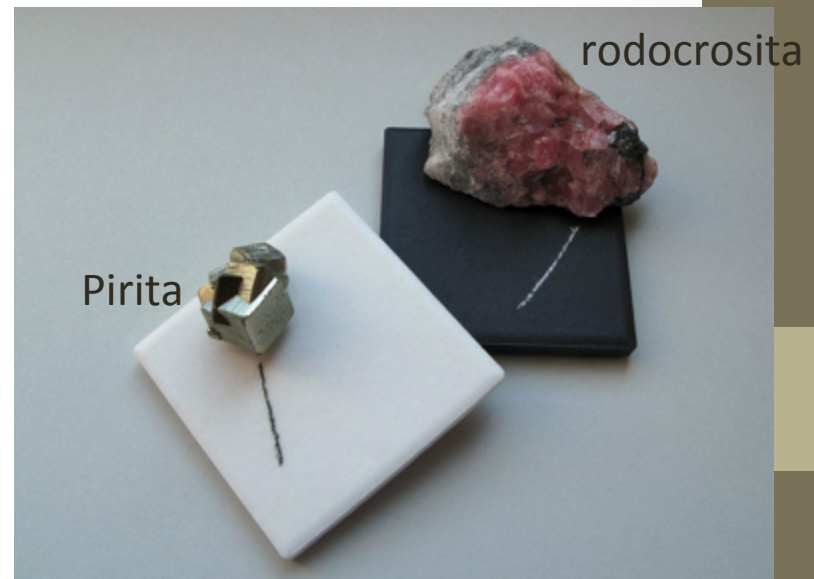
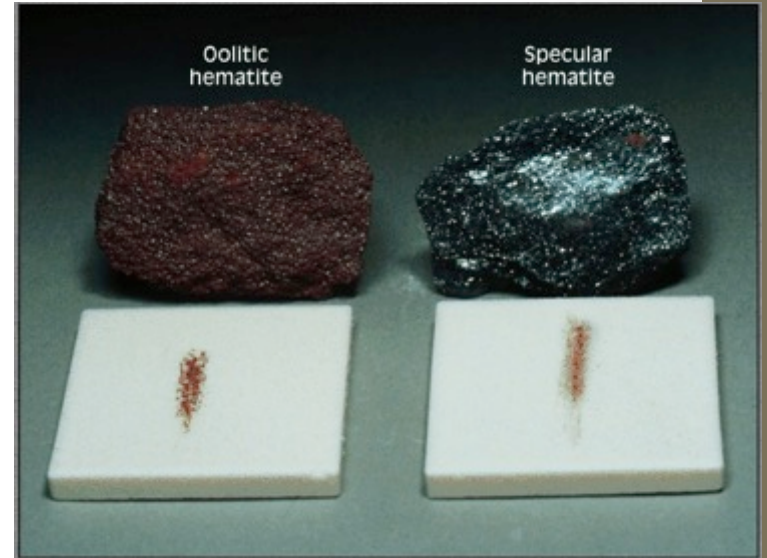
- Se a luz não é absorvida, o mineral é incolor
- Minerais são coloridos quando certos comprimentos de onda da luz são absorvidos, e a cor resulta da combinação dos comprimentos de onda remanescentes que chega ao olho.

Cor e traço

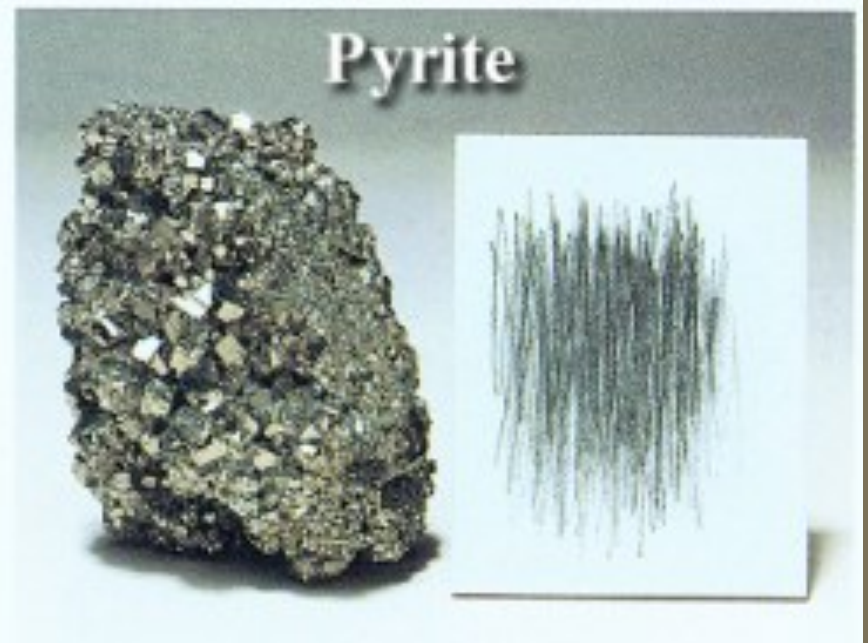
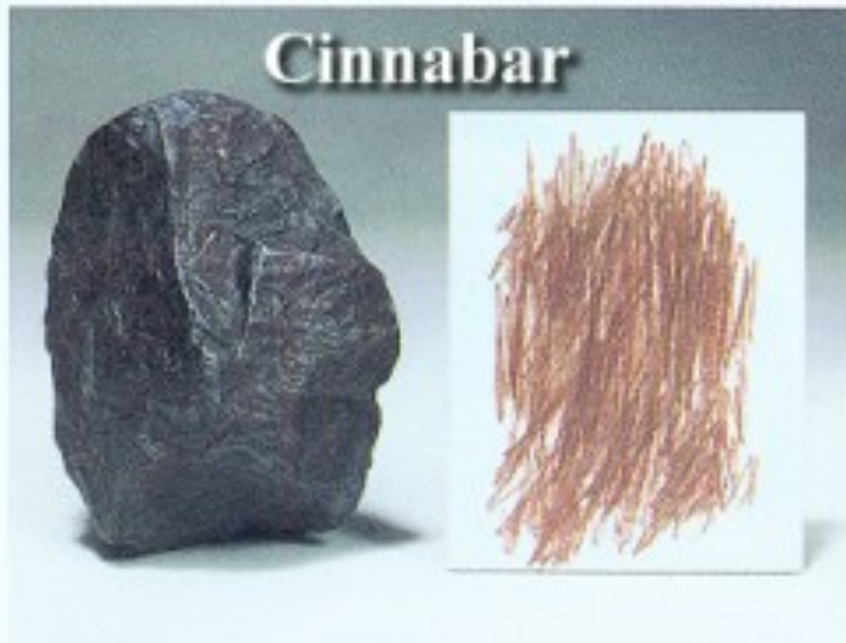
- A **cor** é determinada por vários fatores:
 - O principal fator é a composição química (elementos químicos de transição: Fe, Cu, Ni, Cr, V...).
 - esmeralda (berilo com Cr^{3+})
 - transferência de elétrons de valência ($\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$)
 - aquamarinha (berilo)
 - defeitos estruturais (a falta de um íon ou uma impureza intersticial)
 - fluorita lilás
 - microinclusões
 - jaspe (quarto com inclusões de hematita)

Cor e traço

- **Traço** é a cor do pó do mineral
- Varia menos que a cor



Cor e traço



Teste com HCl



Calcita (CaCO_3) e Aragonita (CaCO_3) efervesce em HCl diluído (a frio), enquanto dolomita $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ não efervesce (efervesce somente com HCl aquecido).

Propriedades magnéticas

- As propriedades magnéticas dos minerais resultam dos campos magnéticos produzidos pelo movimento dos elétrons em torno do núcleo e pelo movimento de rotação dos elétrons em torno de si próprios (spin).
- A magnetita (Fe_3O_4) e a pirrotita ($\text{Fe}_{<1}\text{S}$) são minerais ferrimagnéticos e são atraídos por um ímã de mão.



Um ímã natural é um mineral com propriedades magnéticas, como a magnetita. O ímã de mão utilizado em sala de aula é um ímã artificial, uma liga de neodímio-ferro-boro.

Densidade relativa

- Indica quantas vezes certo volume do mineral é mais pesado que o mesmo volume de água;
- minerais formadores de rocha oscilam entre 2,5 a 3,3;
- minerais com elementos de alto peso atômico (Ba, Pb, Sr...) apresentam densidade $>$ que 4.

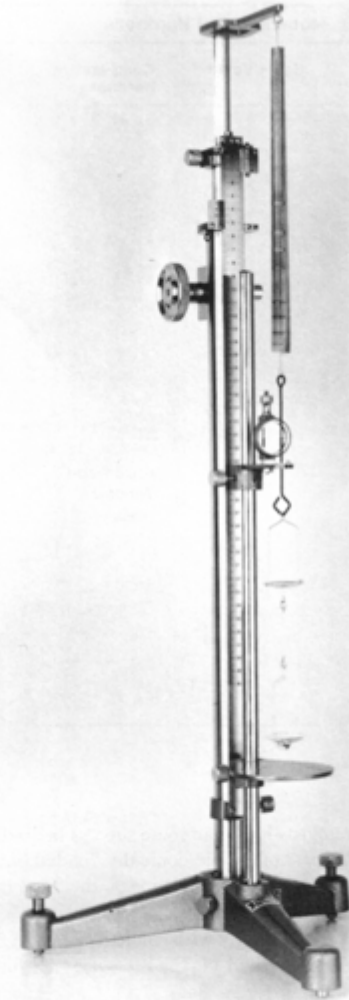


Figure 9.6
The Kraus-Jolly balance for determining specific gravity. (Courtesy of Eberbach Co., Ann Arbor, MI.)

Fonte: Blackburn & Dennen, 1994

Propriedades organolépticas

- TATO
 - Ex: gorduroso (talco)
- ODOR
 - Ex: fétido (minerais de S)
- SABOR
 - Ex: salino (halita)

Lembrando que alguns minerais exigem cuidado no manuseio, pois são tóxicos (ex., sulfeto de arsênio – realgar) ou mesmo radioativos (ex., óxido de urânio - uraninita).

Bibliografia

- Bibliografia básica:
 - Press, F., Siever, R., Grotzinger, J. & Jordan, T.H. 2006. Para Entender a Terra. Ed. Artmed, 656 p.
 - Teixeira, W. et al. 2009. Decifrando a Terra 2ª Ed., Cia. Editora Nacional, SP, 623 p.
- Bibliografia complementar:
 - Klein, C. & Dutrow, B. 2011. Manual de Ciência dos Minerais. 23ª Ed., Bookman, 706p.
 - Leinz, V., Campos, J. E. de S. 1982. Guia para determinação de minerais. Companhia Editora Nacional, SP, 149 p.
 - Neves, P.C.P. et al. 2003. Introdução à Mineralogia Prática, Editora da ULBRA, 256 p.
- Fonte das imagens de minerais: <http://www.mindat.org/>
- <http://www.webmineral.com/>
- <http://www.google.com/imghp>

Prática dirigida de classificação

- nativos: grafite
- sulfetos: galena, pirita
- óxidos: magnetita, hematita
- carbonatos: calcita
- sulfato: gipsita
- tectossilicato: quartzo, feldspato
- filossilicato: biotita, muscovita
- nesossilicato: granada

Mostruário de classificação

- nativos: grafite, enxofre
- sulfetos: galena, pirita, calcopirita
- óxidos: córidon, magnetita, hematita, rutilo, pirolusita
- hidróxidos: bauxita, limonita
- haletos: fluorita, halita
- fosfatos: apatita
- carbonatos: calcita, aragonita (2), azurita, malaquita
- sulfato: gipsita (rosa do deserto), selenita, barita
- tectossilicatos: quartzo, ametista, feldspato, amazonita, sodalita, zeólita
- inossilicatos: anfibólio
- filossilicatos: biotita, muscovita
- ciclossilicatos: turmalina, berilo
- nesossilicatos: granada, olivina, cianita