

### CLASSE DOS FOSFATOS, ARSENIATOS, VANADATOS

Os minerais desta classe são caracterizados pela presença de unidades tetraédricas de  $(\text{PO}_4)$ ,  $(\text{AsO}_4)$  e  $(\text{VO}_4)$ , onde os elementos P, As e V podem substituir-se mutuamente. Destas substituições podem resultar séries de soluções sólidas completas, como no caso da série da piromorfita,  $\text{Pb}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$  – Mimetita  $\text{Pb}_5(\text{AsO}_4)_3\text{Cl}$  – Vanadinita,  $\text{Pb}_5(\text{VO}_4)_3\text{Cl}$ .

Alguns dos principais representantes desta classe são:

- Trifilita,  $\text{Li}(\text{Fe},\text{Mn})\text{PO}_4$  – Litiofilita,  $\text{Li}(\text{Mn},\text{Fe})\text{PO}_4$
- Monazita –  $(\text{Ce},\text{La}, \text{Y}, \text{Th})\text{PO}_4$
- Grupo da apatita
  - Apatita –  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F},\text{Cl},\text{OH})$
  - Piromorfita –  $\text{Pb}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$
  - Vanadinita –  $\text{Pb}_5(\text{VO}_4)_3\text{Cl}$
- Ambligonita –  $\text{LiAlFPO}_4$
- Lazulita  $(\text{Mg},\text{Fe})\text{Al}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$  – Scorzalita  $(\text{Fe},\text{Mg})\text{Al}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$

#### **1 - Trifilita, $\text{Li}(\text{Fe},\text{Mn})\text{PO}_4$ – Litiofilita, $\text{Li}(\text{Mn},\text{Fe})\text{PO}_4$**

Dados cristalográficos: ortorrômbico 2/m 2/m 2/m

Hábito: cristais raros, geralmente em massas quebráveis. Também compacto

Propriedades físicas:

Clivagem :  $\{001\}$  quase perfeita;  $\{010\}$  imperfeita

Dureza: 4,5 a 5,0

Densidade relativa: 3,42 a 3,56 (aumenta com o teor de ferro)

Brilho: vítreo a resinoso

Cor: cinza azulado em trifilita até rosa salmão ou marrom em litiofilita

Translúcido

Composição e estrutura: Uma série completa  $\text{Fe}^{2+}$  -  $\text{Mn}^{2+}$  existe entre os dois membros extremos puros. Na estrutura dos membros desta série o Li e o (Fe, Mn) estão em coordenação 6. Esses octaedros estão ligados ao longo dos vértices em cadeias em zigzag que são conectadas por tetraedros de  $(\text{PO}_4)$ .

Paragênese e usos: trifilita e litiofilita são minerais de pegmatitos, comumente associados com outros fosfatos, espodumênio e berilo.

#### **2 - Monazita – $(\text{Ce},\text{La}, \text{Y}, \text{Th})\text{PO}_4$**

Dados cristalográficos: monoclinico 2/m

Hábito: cristais raros e geralmente pequenos, achatados segundo  $\{100\}$  ou alongados segundo “b”. Geralmente em massas granulares, freqüentemente como areia.

Propriedades físicas:

Clivagem :  $\{100\}$  pobre

Dureza: 5,0 a 5,5

Densidade relativa: 4,6 a 5,4

Brilho: resinoso

Cor: marrom avermelhado a amarelado

Translúcida

Radioativa, em função da presença de Th.

Composição e estrutura: um fosfato de terras raras essencialmente  $(\text{Ce},\text{La},\text{Y},\text{Th})\text{PO}_4$ . O teor de Th pode atingir 20%  $\text{ThO}_2$ . Si está freqüentemente presente (até percentagem razoável de  $\text{SiO}_2$ ). Na estrutura da monazita, os elementos terras raras estão em coordenação 9 com oxigênio, unindo seis tetraedros de  $\text{PO}_4$ .

Paragênese e usos: monazita ocorre como acessório em granitos, gnaisses, aplitos, pegmatitos. Também em areias monazíticas, como resistato. Associada comumente com zircão, magnetita, ilmenita, rutilo. É o principal minério de Th

#### **3 – Apatita – $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F},\text{Cl},\text{OH})$**

Dados cristalográficos: hexagonal 6/m

Hábito: comumente ocorre como cristais apresentando hábito em prismas longos, alguns prismas curtos ou tabulares. Geralmente terminados por proeminentes bipirâmides,  $\{10\bar{1}1\}$ , e frequentemente um plano basal. Muitos cristais mostram faces de uma bipirâmide hexagonal, o que revela a simetria verdadeira. Também em massas granulares, maciças a compactas.

Propriedades físicas:

Clivagem : Clivagem  $\{0001\}$  pobre

Dureza: 5,0

Densidade relativa: 3,15 a 3,20

Brilho: vítreo a sub-resinoso

Cor: geralmente tons de verde e marrom. Também azul, violeta e incolor

Composição e estrutura:  $\text{Ca}_5\text{PO}_4\text{F}$  fluorapatita é mais comum, mais raramente  $\text{Ca}_5\text{PO}_4\text{Cl}$  clorapatita e  $\text{Ca}_5\text{PO}_4(\text{OH})$  hidroxilapatita. F, Cl e OH podem substituir-se mutuamente, gerando séries completas ( $\text{CO}_3, \text{OH}$ ) pode substituir ( $\text{PO}_4$ ) originando carbonato-apatita. O grupo ( $\text{PO}_4$ ) pode ser substituído parcialmente por grupos ( $\text{SO}_4$ ). A substituição  $\text{P}^{5+}$  por  $\text{S}^{6+}$  é compensada pela substituição acoplada de  $\text{Ca}^{2+}$  por  $\text{Na}^+$ . Além disso essa substituição  $\text{P}^{5+}$  por  $\text{S}^{6+}$  pode ser compensada pela substituição acoplada de  $\text{P}^{5+}$  por  $\text{Si}^{4+}$ . Ca pode ser substituído por Sr e Mn. Estrutura: os oxigênios dos grupos ( $\text{PO}_4$ ) estão ligados a Ca, com 2/5 do Ca envolvido por 6 oxigênios mais próximos na forma de prismas trigonais e 3/5 do Ca envolvido por 5 oxigênios e um F. Cada F (ou Cl, ou OH) está num triângulo com 3 Ca.

Paragênese e usos: Apatita ocorre em rochas ígneas, sedimentares, metamórficas e hidrotermais, como acessório ou por vezes formando concentrações importante. Colofana é o termo aplicado a apatita microcristalina. O uso principal da apatita é na indústria de fertilizantes.

#### **4 – Piromorfita – $\text{Pb}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$**

Dados cristalográficos: hexagonal 6/m

Hábito: cristais geralmente prismáticos com plano basal. Raramente mostrando trunções piramidais. Frequentemente em forma de barril. Algumas vezes cavernoso. Também em grupos de cristais paralelos. Frequentemente globular, reniforme, fibroso e granular.

Propriedades físicas:

Dureza: 3,5 a 4,0

Densidade relativa: 7,04

Brilho: resinoso a adamantino

Cor: geralmente vários tons de verde, marrom, amarelo. Mais raramente amarelo alaranjado, cinza, branco.

Sub-transparente a translúcido

Composição e estrutura: Para  $\text{Pb}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$  puro, PbO 82,2 %,  $\text{P}_2\text{O}_5$  15,7 %, Cl 2,6%. ( $\text{AsO}_4$ ) substitui ( $\text{PO}_4$ ) e uma série completa se estende até mimetita  $\text{Pb}_5(\text{AsO}_4)_3$ . Ca pode substituir o Pb. Estrutura: isoestrutural com apatita.

Paragênese e usos: Mineral supergênico, encontrado na zona oxidada de minérios de Pb

#### **5 – Ambligonita – $\text{LiAlFPO}_4$**

Dados cristalográficos: triclinico, 1

Hábito: geralmente ocorre em massas grosseiras, quebráveis. Cristais são raros, e geralmente grosseiros quando grandes. Frequentemente geminados segundo  $\{111\}$ .

Propriedades físicas:

Clivagem :  $\{100\}$  perfeita,  $\{110\}$  boa,  $\{011\}$  distinta

Dureza: 6,0

Densidade relativa: 3,0 a 3,1

Brilho: vítreo, perláceo na superfície de clivagem  $\{100\}$

Cor: branco a verde ou azul pálido. Raramente amarelo.

Translúcido

Composição e estrutura:  $\text{Li}_2\text{O}$  10,1 %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  34,4 %, F 12,9 %,  $\text{P}_2\text{O}_5$  47,9 %. Li pode ser substituído por Na. F pode ser substituído por (OH) provavelmente formando uma série completa. Quando (OH) > F o mineral é denominado montebrasita. Na estrutura da ambligonita, octaedros de  $\text{AlO}_6$  e os tetraedros de  $\text{PO}_4$  estão ligados pelos vértices. Li está em coordenação 5 e está posicionado entre um tetraedro de  $\text{PO}_4$  e um octaedro de  $\text{AlO}_6$ . Estrutura compacta, que é refletida na alta densidade.

Paragênese e usos: ocorre em pegmatitos, com espodumênio, turmalina, lepidolita, apatita. Minério de Li.