APATITA (apatite) – Mineral do Grupo dos Fosfatos. Grupo da Apatita. $Ca_5(PO_4)_3(F,Cl,OH)$. Do grego *apatan* (enganar), porque as variedades gemológicas podem ser confundidas com outros minerais. (sin. *carbonato-fluorapatita, clorapatita, estroncianapatita, fluorapatita, hidroxilapatita, manganoapatita*). O termo apatita é usado para designar os minerais carbonato-flúorapatita, clorapatita, estroncianapatita, flúor-apatita e hidroxilapatita, uma vez que a distinção destes macro e microscopicamente sem ensaios (químicos, difração de raios x, etc) é difícil.

Cristalografia: Hexagonal, classe bipiramidal-hexagonal (6/m). **Grupo espacial e malha unitária:** $P\,6_3/m$, a_o = 9,52Å, c_o = 6,850Å, Z = 2.

Padrão de raios X do pó do mineral:

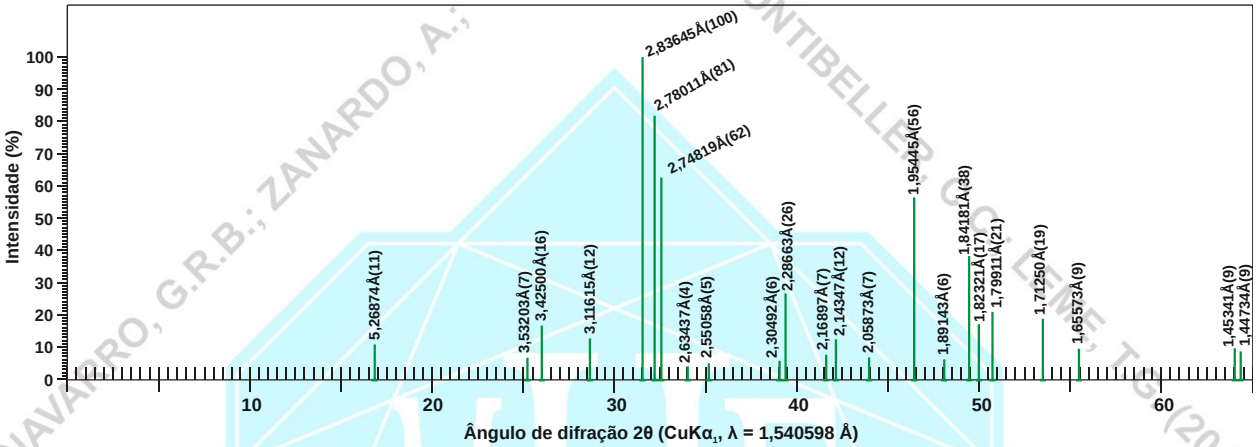

Figura 1 – posição dos picos principais da apatita em difratograma de raios X (modificado de Mosley et al., 1992).

Estrutura: na estrutura da apatita os átomos de Ca ocupam duas posições definidas. Em uma das posições os átomos de Ca (posição 2) estão em coordenação 9 (poliedro irregular) e na outra (posição 2) em coordenação 7 (poliedro irregular). Os átomos de Ca em coordenação 7 formam "colunas" paralelas ao eixo "*c*". Estas colunas são unidas na estrutura por uma "rede de átomos de Ca (em coordenação 9) e de tetraedros PO_4". Nesta estrutura os íons F, Cl, OH estão rodeados por três átomos de Ca, em um mesmo plano.

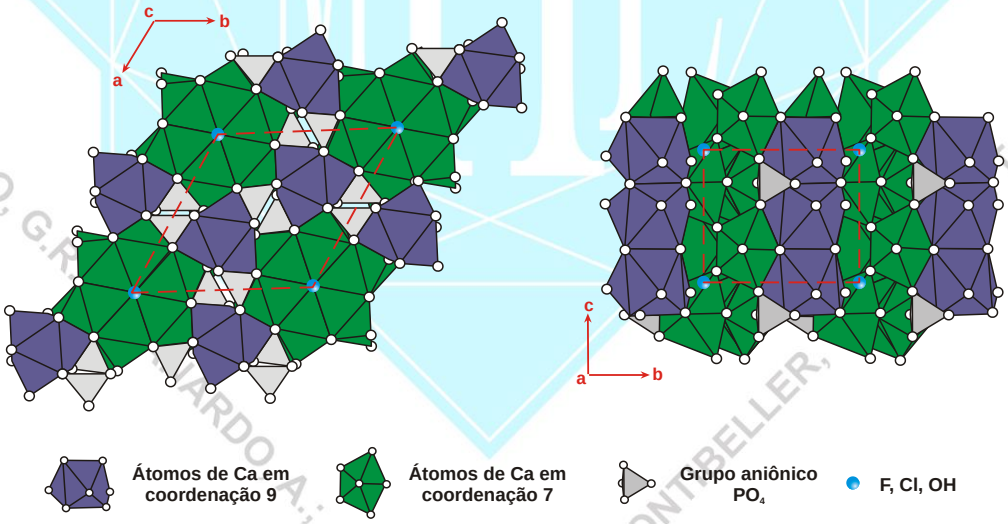

Figura 2 - estrutura da apatita. (modificado de Comodi et al., 2001; http://webmineral.com/jpowd/JPX/jpowd.php?target_file=Apatite-(CaF).jpx#.WHUj_eQiweg)

Hábito: normalmente forma agregados granulares de cristais prismáticos; pode ocorrer disseminado como cristais isolados ou em agregados compactos ou maciços; normalmente ocorre formando cristais prismáticos (prismas longos e curtos) geralmente terminados em bipirâmides $\{10\bar{1}1\}$ proeminentes e um plano basal. Os cristais podem ser tabulares, às vezes exibindo faces de bipirâmide hexagonal.

Todos os direitos reservados. Proibida a reprodução.
Para solicitar autorização de uso ou reprodução, entrar em contato com o Museu Heinz Ebert através do site www.museuhe.com.br

Propriedades físicas: clivagem fraca {0001} e {10$\bar{1}$0} (muito difícil de observar, mesmo em seção delgada); fratura: conchoidal a irregular; quebradiço; Dureza: 5; densidade relativa: 3,15-3,2 g/cm^3; pode apresentar fluorescência amarelo-alaranjado e termoluminescência branco-azulado. Transparente a translúcido; cor variável, verde, castanho, azul, violeta, incolor, amarelo, etc.; cor do traço: branco; brilho: vítreo a subresinoso.

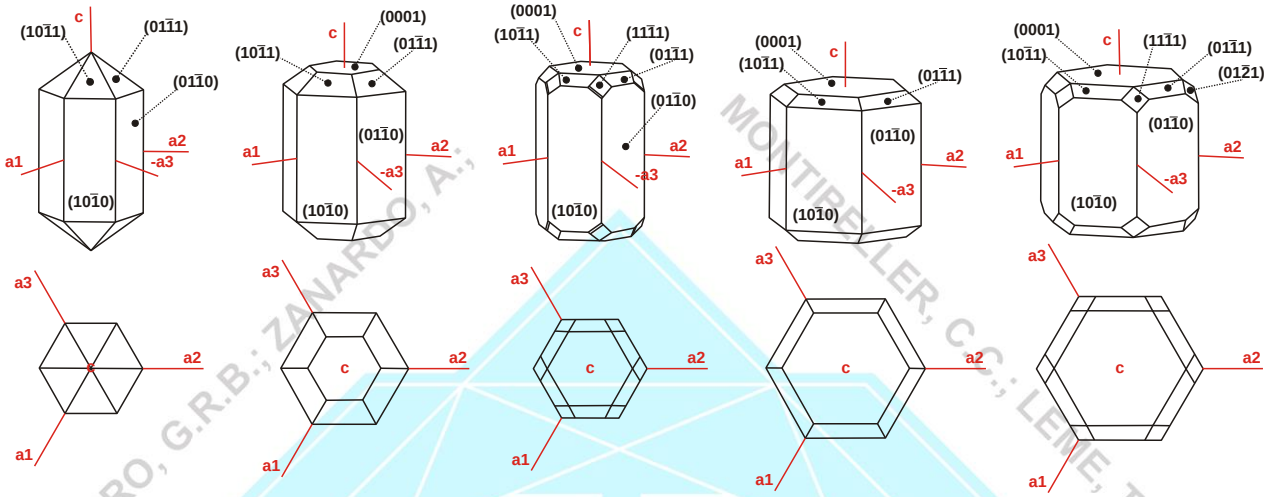

Figura 3 – cristais de apatita. (modificado de www.smorf.nl; www.mineralienatlas.de)

Propriedades óticas: Cor: geralmente incolor em luz transmitida. Algumas vezes é rica em inclusões arranjadas verticalmente de maneira centralizada ou em zonas. Relevo: moderado positivo *n* > bálsamo (ε = 1,614-1,667, ω = 1,622-1,667). As variedades mais coloridas podem apresentar leve pleocroísmo, às vezes com distribuição irregular das cores. Uniaxial (-). δ = 0,001-0,008. Pode ser biaxial com 2V pequeno. Absorção: *E* > *O*.

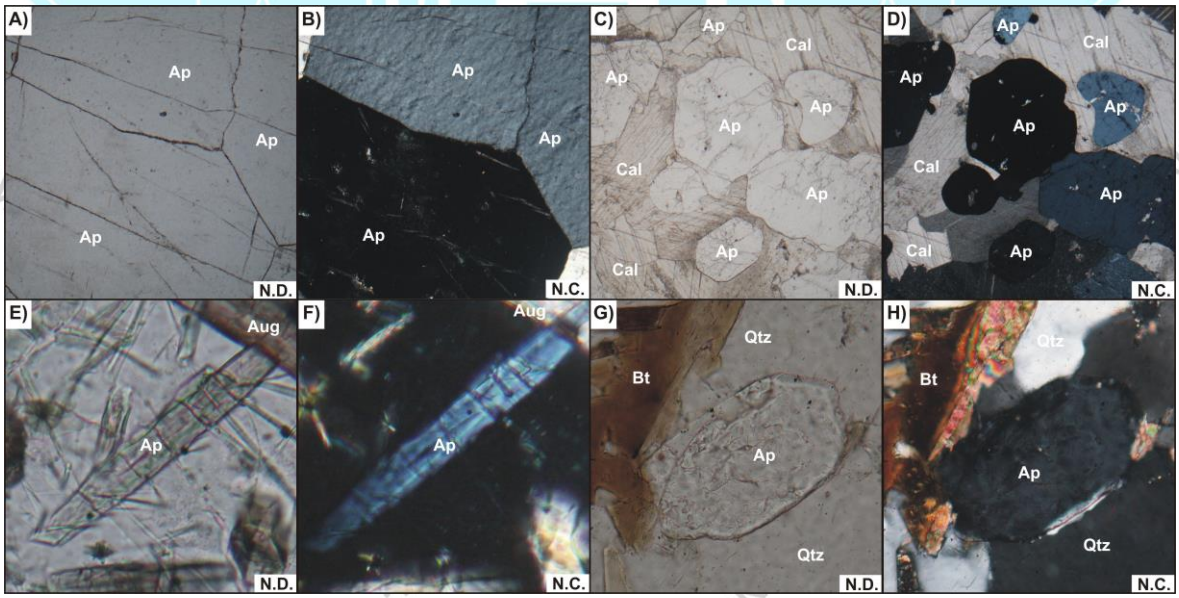

Figura 4 – Fotomicrografias de seções delgadas. A), B) cristais de apatita em metafosforita de alto grau (fácies granulito). C), D) cristais de apatita em carbonatito. E), F) cristal de apatita em basalto. G), H) cristal de apatita em metapelito de médio grau (fácies anfibolito). Ap: apatita. Aug: augita. Bt: biotita. Cal: calcita. Qtz: quartzo. N.D. nicóis descruzados. N.C. nicóis cruzados.

Todos os direitos reservados. Proibida a reprodução.
Para solicitar autorização de uso ou reprodução, entrar em contato com o Museu Heinz Ebert através do site www.museuhe.com.br

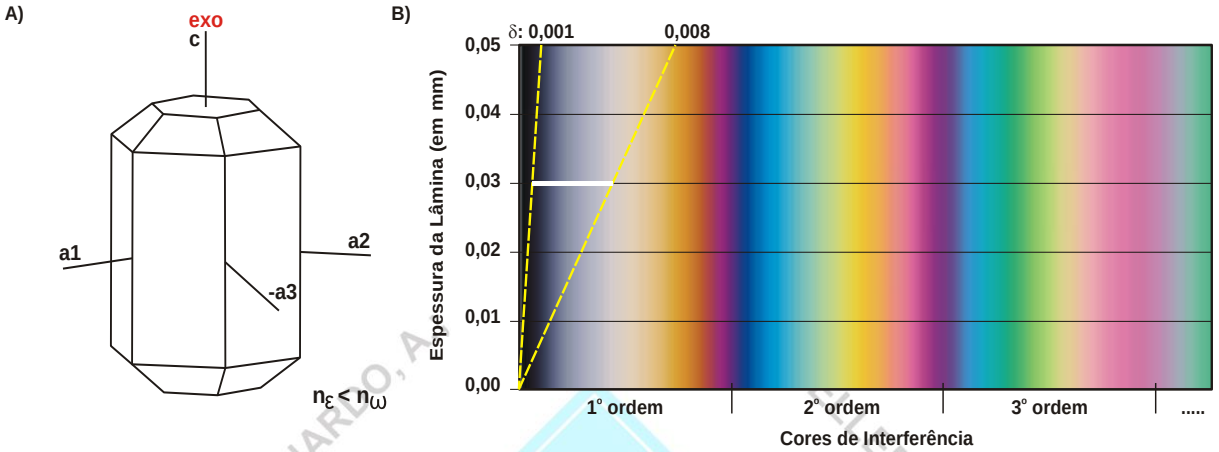

Figura 5 – A) orientação ótica de cristal de apatita. B) carta de cores mostrando o intervalo das cores de interferência e valores de birrefringência máxima ($\delta = \omega - \varepsilon$) de cristais de apatita com espessura de 0,030 mm. exo: eixo ótico.

Composição química: Fosfato de cálcio com F, Cl, OH e CO_3. Átomos de O, F, OH e Cl podem substituir-se mutuamente, formando séries complexas. O número de átomos (cátions e ânions) por unidade de fórmula (a.p.u.f.) é calculado na base para 26 (O,OH,F,Cl). (1) flúorapatita em rocha granítica (Cougar Canyon, Dolly Varden Mountains, Nevada, EUA). (2) flúorapatita acicular em granito (Snake Creek-Willians Canyon, Nevada, EUA). (3) clorapatita (Korokua, Japão). (4) carbonato-apatita associado a bustamita e espessartita em skarn (Broken Hill, New South Wales, Austrália). (5) carbonato-flúorapatita em oolito (Robin Hood quarry, Yorkshire, Inglaterra). (6) carbonato-flúorapatita em agregado microcristalino (Maciço Gylinskogo, Rússia). (7) hidroxilapatita em álcali sienito pegmatítico (intrusão Burpala, região norte de Baikal, Rússia). (1), (2), (3), (4), (5), (6), (7) análises compiladas de Chang et al. (1998).

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
P_2O_5	41,13	41,97	40,15	40,61	38,25	34,93	36,25
CaO	53,91	54,87	54,01	5,81	54,64	52,22	32,92
SiO_2	0,55	0,18	0,14	0,63		0,60	0,27
Al_2O_3	0,04	0,08	0,52		tr.		0,16
Fe_2O_3	0,14	0,06	0,36	0,35	tr.	3,61	0,71
ETR_2O_3							13,03
FeO	0,24	0,04			0,00		
MnO	0,08	0,13	tr.	0,30	0,00	0,16	0,15
MgO			0,20		0,00	0,40	0,23
SrO				0,08	0,13		14,70
Na_2O	0,10	0,06	0,37	0,20	0,00	0,15	0,34
K_2O	0,01	0,01	0,15	0,12	0,00	0,08	0,13
CO_2				0,23	1,98	5,42	
SO_3				0,29			
F	1,93	3,36	1,32	3,90	2,80	1,65	0,68
Cl	0,71	0,02	4,16	0,12	0,00		
H_2O^+				0,00	0,66	0,48	
H_2O^-			0,63	0,08	0,06		0,60
O=F	1,39	1,41	1,49	1,67	1,18	0,69	0,28
Total	100,27	100,05	100,52	100,05	99,53	99,01	99,89

Propriedades diagnósticas: dureza 5, hábito prismático hexagonal e propriedades óticas (relevo moderado positivo, caráter ótico uniaxial negativo e birrefringência baixa). Dificilmente solúvel em HCl com formação de solução incolor a quente, solúvel em HNO_3. Escala de fusibilidade (von Kobell): 5. Petrograficamente distingue-se do berilo por este apresentar relevo menor.

Gênese: mineral que pode ser originado por processos magmáticos, metamórficos, hidrotermais e diagenéticos. Frequentemente aparece disseminado em rochas magmáticas, metamórficas e sedimentares; veios pegmatíticos (fase hidrotermal), carbonatitos, etc.

Associação mineral: em pegmatitos graníticos pode ocorrer associada a minerais de lítio (lepidolita, espodumênio), berilo, muscovita, albita, microclínio, quartzo, etc; em sienitos pode estar associada a feldspatoides, feldspatos, etc; em zonas metamórficas de contato pode ocorrer associada a condrodita e flogopita (flúor-apatita), escapolita (cloroapatita), etc.

Ocorrências: no Brasil é encontrado em Arapiraca (AL); Minas de Rio de Contas, Ipirá, e pegmatitos da região sul da Bahia (BA); Guiricema, Araxá (carbonatito), Tapira (carbonatito), Salinas, Boqueirão, Fortaleza de Minas, Ouro Fino,

Todos os direitos reservados. Proibida a reprodução.
Para solicitar autorização de uso ou reprodução, entrar em contato com o Museu Heinz Ebert através do site www.museuhe.com.br

vales do Jequitinhonha e Doce (MG); Jacupiranga (carbonatito), Araçoiaba da Serra, Perús (SP) em pegmatitos; Catalão (GO) em carbonatito; Monteiro (PB); Anitápolis (SC); etc.

Variedades: *Estramadurita* - var. de apatita maciça. De Estramadura (Espanha). *Manganapatita* – nome utilizado para a apatita com manganês. De manganês + apatita, em alusão à sua composição.

Usos: é usada na fabricação de fertilizantes (90%), onde não tem substitutivo, além de não poder ser reciclado, e na produção de ácido fosfórico. Também usado em ração animal, detergentes e inseticidas. As variedades bonitas podem ser utilizadas como gemas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Betejtin, A. 1970. **Curso de Mineralogia (2º edición)**. Traduzido por L. Vládov. Editora Mir, Moscou, Rússia. 739 p.

Betekhtin, A. 1964. **A course of Mineralogy**. Translated from the Russian by V. Agol. Translation editor A. Gurevich. Peace Publishers, Moscou, Rússia. 643 p.

Branco, P. M. 1982. **Dicionário de Mineralogia (2º edição)**. Editora da Universidade (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), Porto Alegre, Brasil. 264 p.

Branco, P. M. 2008. **Dicionário de Mineralogia e Gemologia**. Oficina de Textos, São Paulo, Brasil. 608 p.

Chang, L. L. Y.; Howie, R. A.; Zussman, J. 1998. **Rock-Forming Minerals. Non-silicates: Sulphates, Carbonates, Phosphates, Halides. Volume 5B** (2º edition). The Geological Society, London, England. 383 p.

Comodi, P.; Liu, Y.; Zanazzi, P. F.; Montagnoli, M. 2001. Structural and vibrational behaviour of fluorapatite with pressure., Part 1: in situ single-crystal X-ray diffraction investigation. **Physics and Chemistry of Minerals**, 28, p. 219-224.

Dana, J. D. 1978. **Manual de Mineralogia (5º edição)**. Revisto por Hurlbut Jr., C. S. Tradução: Rui Ribeiro Franco. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro, Brasil. 671 p.

Deer, W. A., Howie, R. A., Zussman, J. 1981. **Minerais Constituintes das Rochas – uma introdução**. Tradução de Luis E. Nabais Conde. Fundação Calouste Gulbenkian, Soc. Ind. Gráfica Telles da Silva Ltda, Lisboa, Portugal. 558 p.

Gribble, C. D. & Hall, A. J. 1985. **A Practical Introduction to Optical Mineralogy**. George Allen & Unwin (Publishers) Ltd, London. 249 p.

Gribble, C. D. & Hall, A. J. 1992. **Optical Mineralogy Principles and Practice**. Chapman & Hall, Inc. New York, USA. 303 p.

Heinrich, E. W. 1965. **Microscopic Identification of minerals**. McGraw-Hill, Inc. New York, EUA. 414 p.

Kerr, P. F. 1965. **Mineralogia Óptica (3º edición).** Traducido por José Huidobro. Talleres Gráficos de Ediciones Castilla, S., Madrid, Espanha. 432 p.

Klein, C. & Dutrow, B. 2012. **Manual de Ciências dos Minerais (23º edição)**. Tradução e revisão técnica: Rualdo Menegat. Editora Bookman, Porto Alegre, Brasil. 716 p.

Klein, C. & Hulburt Jr., C. S. 1993. **Manual of mineralogy (after James D. Dana) (21º edition)**. Wiley International ed., New York, EUA. 681 p.

Klockmann, F. & Ramdohr, P. 1955. **Tratado de Mineralogia (2º edición)**. Versión del Alemán por el Dr. Francisco Pardillo. Editorial Gustavo Gili S.A., Barcelona, Espanha. 736 p.

Leinz, V. & Campos, J. E. S. 1986. **Guia para determinação de minerais**. Companhia Editorial Nacional. São Paulo, Brasil. (10º edição). 150 p.

Mosley, V. M.; Jefferson, M. E.; Hendricks, S. B. 1992. The crystal structures of some natural and synthetic apatite-like substances. **Phase Transition**, 38, i.p. 127.

Navarro, G. R. B. & Zanardo, A. 2012. **De Abelsonita a Zykaíta – Dicionário de Mineralogia**. 1549 p. (inédito).

Navarro, G. R. B. & Zanardo, A. 2016. **Tabelas para determinação de minerais**. Material Didático do Curso de Geologia/UNESP. 205 p.

Todos os direitos reservados. Proibida a reprodução.
Para solicitar autorização de uso ou reprodução, entrar em contato com o Museu Heinz Ebert através do site www.museuhe.com.br

Nesse, W. D. 2004. **Introduction to Optical Mineralogy (3º edition)**. Oxford University Press, Inc. New York, EUA. 348 p.

Palache, C.; Berman, H.; Frondel, C. 1966. **The System of Mineralogy of James Dwight Dana and Edward Salisbury Dana, Volume II. Halides, Nitrates, Borates, Carbonates, Sulfates, Phosphates, Arsenates, Tungstates, Molybdates, etc.** John Wiley & Sons, Inc., New York (7º edition). 1124 p.

Sinkankas, J. 1964. **Mineralogy for Amateurs**. Van Nostrand Reinhold Company, New York, EUA. 585 p.

Winchell, A. N. 1948. **Elements of Optical Mineralogy: an introduction to Microscopic Petrography, Part II. Descriptions of Minerals (3º edition)**. John Wiley & Sons, Inc., New York (3º edition). 459 p.

sites consultados:
www.handbookofmineralogy.org
www.mindat.org
www.mineralienatlas.de
http://rruff.info
www.smorf.nl
www.webmineral.com

NAVARRO, G.R.B.; ZANARDO, A.; MONTIBELLER, C.C.; LEME, T.G. (2017)

Todos os direitos reservados. Proibida a reprodução.
Para solicitar autorização de uso ou reprodução, entrar em contato com o Museu Heinz Ebert através do site www.museuhe.com.br